NOVOVJEKI IZUMI

U

ZNANOSTI, OBRTU I UMJETNOSTI.

IZDAJE

MATICA HRVATSKA.

KNJIGA PRVA.

SA STO DEVETDESET I OSAM SLIKA.

ZAGREB.
NAKLADA »MATICE HRVATSKE«.
1882.

Tisak K. Albrechta u Zagrebu.

„Matica Hrvatska“ podavajuć ovu knjigu svojim članovom, koja opisuje: novovjeke izume u znanosti, obrtu i umjetnosti, nedvoji, da će ista i „Matičine“ članove i ostalo hrvatsko čitateljstvo zadovoljiti. U njoj će naći svatko, i radnik i poljodjelac, i trgovac i obrtnik, i mladić i djevojka, što će ih zanimati, naći će tu nauke, koja će im mnogu stvar u svagdanjem životu razjasniti. U ovoj knjizi se razpravlja o najzanimivijih zadaćah, kojimi se je um ljudski bavio i sretno ih riešio, a kojih riešenje služi za uvjek na čast čovječjem geniju. Ovakve knjige posjeduju svi naobraženi narodi, te kao što su drugdje velika pomoć u obće prirodoslovnoj obuci, tako neće ni u nas biti od manje koristi. I pisac uvoda u novovjeke izume, i pisac ove prve knjige izumâ trudili su se, da u što shvatljivijoj formi predoče sliku i ljudskoga razvoja i našega napredka u izumih u posliednjih vjekovih. Piscu ove knjige izumâ služila je osobito francuzka knjiga ove vrsti: „Figuier: Les grandes inventions modernes“, kao uzor, a iz ove knjige uzete su i slike, koje

riese ovu knjigu. Nadalje rabljene su i njemačke knjige: „Das Buch der Erfindungen“, „Das Jahrbuch der Erfindungen“, „Das neue Universum“ itd., te ovi isti izvori, uz ostale koji će još u ovoj struci izaći, rabiti će i nadalje za dalnje knjige izùmâ, koje kani „Matica Hrvatska“ tečajem sliedećih godina prama potrebi i sabranom materijalu, koji moraju razni pisci obzirom na razne grane izumâ priredjivati, izdati. Bio ovo u našoj književnosti i na tom polju dobar i sretan početak! —

U Zagrebu koncem godine 1882.

U V O D

U

NOVOVJEKE IZUME.

NAPISAO

D^R. MIJO KIŠPATIĆ.

Tko prolista ovu knjigu ili pogleda oko sebe ma u kojoj struci čovječjega rada, taj će morati sa zadovoljstvom priznati, da je čovjek daleko napredovao. Veliki trud, što ga je čovjek za svoj napredak uložio, urodio je dobrim plodom. Mi vidjamo, kako se pred nami tako rekuć gomilaju raznovrstna iznašašća, koja sva na to idu, da poboljšaju obstanak čovjeku. Blagoslovljeni taj rad i uspjeh nam jamče, da je čovjek pošao dobrom stazom, pa da će ga uz uztrajno nastojanje dovesti ta staza do visine, s koje će mu se otvoriti na zemlju vidik, o kom danas ni pojma neimamo.

Svatko tko pozna iole poviest čovječje kulture, čovječjega napredka, znade dobro, da su prirodopisne znanosti bile onaj glavni temelj, na kom je sagradjen napredak čovječjega roda. Nu on još i to znade, da su se prirodne znanosti vrlo polagano i vrlo kasno razvile, pa i da je čovjek najveći dio napredka u svom razvoju upravo u najnovije vrieme postigao. Mi znamo, da su najveća i najvažnija iznašašća nikla zadnjih po prilici sto godina, pa da je koljevka novovjekoga napredka naša Europa. Čovjek živi na zemlji već više tisuća godina, pa ipak je on tek u novije vrieme stao orijaškimi koraci napredovati. Čovjek se je razširio po cieloj zemaljskoj površini, pa ipak se u nijednom kraju zemlje nije digao do one visine, do koje je on u Europi došao. A zašto to, gdje su tomu uzroci? Veoma su to važna pitanja. Čovjek, koji je navikao samostalno misliti, morati će želiti, da u tom bude na čistom. Mnogi kulturni narodi u Aziji i Africi pokazaše sigurno toliko duševne snage, koliko i europejski narodi, pa ipak se oni zaustaviše na pol puta; dodjoše do granice, preko koje nemogoše preći. Ima na

zemlji plemena obdarenih bistrim naravnim duhom, pa ona zaostadoše već kod prvih koračaja čovječjega napredka. Pa i u Europi, gdje je uzrasla a i nikla naša sva moderna kultura, prodjoše tolika stoljeća bez ikakva ploda, kao da čovjek u prijašnja vremena ni misliti nije znao. Neko nutrnje čuvstvo u nami kaže, da tomu nije sam čovjek kriv, nego da je moralo biti vanjskih sila, koje su na njega uplivale. Svagdje i u svakom čovjeku leži usadjena ona božanske iskra, koja ga uzpiruje na napredak, a da se ta iskra nije svuda do jednake visine razplamtila, krive su vanjske okolnosti.

Prije nego što predjemo na opis čovječjih izuma, želili bi u kratko razjasniti potaknuta ova pitanja. Neima po čovjeka dostojnije i plemenitije želje, nego da pozna ponajglavnije uzroke, koji su ga sad zaustavljali, a sad opet naprvo tjerali u njegovom kulturnom razvoju. Zato neka bude uvod ovaj, da u njem u kratko nacrtamo, kako se je čovjek razvijao, što mu je razvoj unapredjivalo, a što ga zaustavljalo.

Prvi člančić ovoga uvoda neka nam u kratkih crticah pokaže, da naš napredak nije umišljen, da nam je on u istinu poboljšao i poljepšao cieli život.

U drugom članku nastojati ćemo, da odgovorimo na najzanimivije pitanje, koja je naime to sila, koja je najviše uplivala na razvoj čovječjega napredka. Priroda sa svimi svojimi pojavi, kako ćemo viditi, prisilila je čovjeka, da podje stanovitim pravcem u svom razvoju. Nekoliko primjera pokazati će, da je čovjek pri svom napredku svagdje i svagda bio ovisan o uplivu prirode.

U koliko su ta načela istinita, pokazati će nam sliedeći treći članak. On će nam predočiti kulturnu sliku triju naroda, koji su se podigli do posve različite visine u kulturi. Kako se ti narodi nedadu drugčije mjeriti nego po običajih i životu, to se nije mogla drugčije predočiti slika njihovog duševnog napredka, nego da se oriše zrcalo njihove duše, život njihov.

Kao zaglavak ovoga uvoda razviti ćemo malenu povjestnu sliku našega razvoja. Biti će tu dakako govora samo o

onih granah znanosti, koje zasjecaju u obseg ove knjige, te u koliko one nisu u samoj knjizi prama potrebi već izcrpljene.

Poviest ova pokazati će nam, kako se je čovječje znanje lagano razvijalo, a po gdješto i nataknuti razloge, zašto se je duh čovječji gdjekad i po dulje vremena u svom razvoju zaustavljivao. Mi ćemo viditi, kako se je naša kultura odmah u prvi mah stala u starom vieku liepo razvijati. Prvi njen polet pokazao je, da je ona nikla na dobrom zemljištu, da ima u sebi dovoljno životne snage. Pa ipak se ona naglo zaustavila. Ljudstvo nije kroz stoljeća u svom duševnom razvoju niti koraka napred napravilo. Pojav je to svakako neobičan, koji nas mora zanimati. Da nije te stanke bilo u našem napredku, to bi danas već za mnoga stoljeća naprvo bili. Zato ćemo nastojati, da bar u glavnih crtah iztaknemo one razloge, koji su zaustavili čovječanstvo na njegovu putu, te ga kroz stoljeća zadržavali, da nije napredovao.

Zanimiva ova pitanja, o kojih se ovdje govori, tako su danas obsežna, da tvore za sebe malne cielu znanost, no malen obseg ove knjige i njezina svrha nije dopustila, da ih dulje otegnemo. Tko se želi potonje o njih uputiti, može lahko zaviriti u preobsežnu strukovnu literaturu, a napose u Whewellovu poviest induktivnih znanosti, Buckleovu poviest civilisacije i Fr. Müllera etnografička djela, pak će naći najvažnije, što je čovjek u tom pogledu proučio i pronašao.

Danas i nekoč.

Stara vremena. — Promet kod Rimljana i u srednjem vieku. — Današnji promet. — Duševno naobraženje u starija vremena i danas. — Život je postao laglji, ljepši, sigurniji i bolji.

Kada starcu sile malaksaju, kada vidi, da nemože uzastopce da sliedi podmladak, koji bez oduška naprvo hrli, tad se on i nehotice sjeti svojih mladih dana, pa zavapi, da su stara vremena ipak bolja bila! I tako posta priča, koja će se uviek pričati, da su stara vremena i bolja vremena, pa da svakim danom čovjeka sve to veća nevolja čeka. Pričati će se priča ta, doklegod bude ljudi, koji budu osjećali, da neimaju u sebi toliko sile, odvažnosti i znanja, da mogu strujom svietskoga napredka plivati. A biti će ih uviek takvih, ali će im se glas izgubiti kao jadikovka, za koju sviet nemari.

Pa zar su zbilja ta stara vremena tako liepa, tako sretna bila? Zar je čovječji duh zaslužio taj prikor, da je uviek natrag išao, da si nije umio stvoriti ljepše i udobnije budućnosti? Zar je bio badava cieli taj trud i napor, što ga za boljak ljudstva uložiše cieli narodi i toliki veleumi ovoga svieta? Ogriešili bi se proti umu svomu, kada bi tako mislili. Čovjek je neumornom uztrajnošću kroz tolike viekove snovao i radio, kako da mu bude život sretniji, sigurniji i udobniji, pa ako se mi evo danas još borimo i mučimo, to činimo samo zato, da si stvorimo još bolji i sigurniji obstanak, nego što ga danas imamo. A prošlost nije uzor, za kojim napredno čovječanstvo teži.

Poviest nam vierno crta, kakva je ta prošlost bila. Najmoćniji i najbogatiji vladari srednjega vieka živili su gorje i kukavnije, nego što živi danas marljiv i okretan zanatlija. U

starom vieku bila je rimska država najmoćnija i najrazširenija. Onaj komadičak zemlje, kud Rimljani dospješe, bio je samo stoti dio od svieta, što ga mi danas poznajemo. Oni pogradiše silne ceste i razširiše svoj promet u daleke krajeve: iz sjevera dovažahu jantar, krzno, sa juga i iztoka snašahu zlato, drago kamenje, južno voće, biser, svilu i divlju zvierad. Plienili su na sve strane, da samo nasite proždrljivi Rim. Ali timi prometnimi cestami nije se iz Rima vraćala kakva blagodat, one su samo imale izsisavati daleke krajeve, da nahrane razkošne Rimljane. Pa cieli taj rimski promet slabašno je samo diete prama današnjem našem prometu, koji je cielu zemlju obuhvatio do najzabitnijih krajeva, pa koji još diže na sve strane znanje i blagostanje, a neotimlje i neplieni, kako je to rimski promet činio.

U srednjem vieku, možemo reći, nije skoro nikakva prometa ni bilo. Sve kao da se je tudjinstva bojalo, pa se samo zatvaralo u svoju kuću. Što se je u svietu dalje dogadjalo, slabo je tko doznavao. Za najvažnije viesti, što su ih pojedine trgovačke kuće u svom poslu razašiljale, moradoše uzeti posebnog glasnika, koji je na konju, pa često još i uz pratnju na put polazio. A takav trošak nije mogao svatko podmiriti, dočim danas može najsiromašniji kao i najbogatiji uz neznatan trošak u najudaljenije krajeve svieta svaku viest poslati, pa je sigurniji, da će mu prije i točnije onamo dospjeti, nego što je to prije bilo. O redovitom kakvom prometu, kako ga danas kod pošta, željeznica i parobroda imamo, bilo je malo gdje govora. Još naši stariji ljudi dobro znadu, koliko je putnik vremena trebao, dok dodje iz Zagreba u Beč, pa koliko je uz to neprilika imao. Tadanji promet u trgovačkom svietu neda se sa današnjim prometom ni prispodobiti. Koliko je tu nesigurnosti, pa koliko troška bilo! Pa kako se stvari baš u najnovije vrieme promieniše. Danas, gdje imamo hitroplove parobrode, daleko nam je oko Afrike putovati, pa prokopasmo suezko tjesno; željeznicom opasasmo cielu zemlju, probušismo najgorostasnije gore, presvodismo ponore i rieke. Danas nam se već nemili putovati parobrodom iz Francuzke u Englezku,

pa bi rado izpod mora zemlju prorovali, da nas željeznica onamo prenaša. Čovjek neće da pozna velike udaljenosti, a zapreka na putu kao da mu više neima. Pa ipak stojimo mi tek na pragu te nove budućnosti, a ni najživlja fantazija nije u stanju, da smisli, kamo će nas ona dovesti. Brzojav, to prometalo naših misli, razpleo se preko kopna, preko mora širom ciele zemlje, te uništio svaku daljinu. On nam čini usluge, o kojih nitko u prijašnjih stoljećih nije ni snivati smio.

U starih vremenih znali su više puta cieli krajevi od gladi izumirati, a viest o takvoj nesreći dospjela bi u druge zemlje tek onda, kada je već svaka pomoć prekasna bila. Danas, gdje je u zemlji promet razvijen, nemože o obćenitoj gladi ni govora biti. Ljudi neživu tude samo o proizvodih zemlje, pa kad ih oni i posve iznevjere, to im žile modernoga prometa brzo donesu toliko živeža, da se od propasti oslobode.

A kakvo je bilo duševno stanje čovječanstva njekad? Prije tisuć godina bilo je još malo ljudi, koji su se mogli pohvaliti, da umiju čitati i pisati. Nije im dakako toga onda još ni trebalo. Za puk nije bilo skoro nikakvih knjiga, jer o tiskarstvu još onda nije bilo ni spomena, a prepisane knjige bile su tako riedke i skupe, da su ih si mogli samo bogataši nabavljati. Pa tako je kašnje još dugo ostalo. Ljudî obsežna znanja i naobraženja bilo je veoma malo. U 16. i 17. stoljeću bile su doduše već visoke škole na dobru glasu, pa ipak znamo, da je najveći dio ondašnjih djaka išao više za pustolovinami nego za naukom. A uz to je bilo znanje i naobraženje svojinom samo pojedinih razreda ljudstva, dočim je ono danas cielom pučanstvu tako pristupno. Novine niknuše tek početkom 18. stoljeća, a prije toga dospjela bi u kuću obična čovjeka riedko kada koja druga knjiga nego koledar. Kada se je dovršio koji rat sa Turci ili kada se je dogodila kakva velika nesreća, onda bi ju opisali i na dva tri lista tiskali i tako u sviet razaslali. Kada je god. 1564. silan potres razorio naš Kotor, onda su u Njemačkoj opisali i tiskali na četiri malena listića tu nesreću pod naslovom: „Newe Zeytung. Bericht so geschehen dem

fürnemen Hauptmann des Venedischen Kriegszeugs auf dem Meer an den Hertzogen von Venedig, antreffend die Zerstörung der Stadt Cattaro durch ein Erdbiden.“ Više puta se je to dogodilo, da su razni ljudi stvari iztraživali i iznašli, a da jedan za drugoga nije znao. A danas stoji cieli čovječji napredak otvoren pred nami, da ga svaki čas pregledati možemo. Što je danas netko izumio, za kratko vrieme već cieli sviet za to znade. Gdje je juče netko završio, tu možemo danas odmah nastaviti, a da nepočimljemo opet od temelja, kao što su to učenjaci prijašnjih vremena morali često činiti. Upravo u tom leži onaj silni i hitrokrili napredak u svih granah čovječjeg znanja i umjenja, za kojim nam je tako težko uzastopce slieditи, da si moramo odabirati samo malene grane znanja, da u njih radimo i da se u njih usavršujemo. Leonardo da Vinci mogao je biti u svoje vrieme glasovit slikar, velik fizik, uman prirodoslovac i znamenit graditelj, no danas neima više takvih veleuma, koji bi mogli svladati svu množinu čovječjega znanja. Toli ogroman je postao čovječji napredak!

Pa cieli taj napredak donio je ljudstvu samo sreću i blagostanje. Život nam je postao laglji, ljepši, sigurniji i bolji. Mi smo postali k tomu u svakom pogledu i bogatiji. Danas netreba čovjeku toliko napora, da dodje do onoga, što mu je za život potrebito. Danas mu strojevi polje obradjuju, kuće grade, obuću i odjeću priredjuju. Život je čovjeku sigurniji postao, jer je promet postao brži i sigurniji, pa jer je znanost našla silna sredstva, da odstrani mnogu nevolju, koja mu je zdravlje i život zatirala, a pri velikih nesrećah mu sa svijuh strana pomoć lahko pritiče. Lječnička nauka ne samo da je čovjeka naučila, kako će si zdravlje uzdržati, nego ga ona često i od smrti oslobadja i život mu produljuje. Život nam je postao puno ljepši, jer su nam danas postale pristupne sve dražesti prirode, da ih se možemo lahko do sita naužiti.

Čovjek je umio u prirodi naći ogromnu množinu materijalna bogatstva, koje je kroz stoljeća i stoljeća bez ikakve

koristi ležalo sakriveno u zemlji. Koli kukavna je bila razsvjeta naših radionica i ulica, dok je čovjek samo iz bilinstva i životinjstva dobivao mast i ulje! I kao što je Mojsija svojom palicom izvabio iz gore Sinaj živ izvor, tako je čovjek svojim trudom i naporom izmamio iz zemlje ciele potoke kamena ulja, da mu ono ljepše i bolje razsvjetljuje stanove i ulice. U kamenu ugljenu našao je čovjek neizcrpivo vrelo bogatstva, kojemu vriednost čovjek nije u stanju ni ocieniti. Naše šume, koje nam uresuju prirodu, čiste zrak i ublažuju podnebje, neimaju se uz kameni ugljen toliko bojati brze propasti. Kameni ugljen je najviše djelovao na razvoj parnih strojeva, koji čovjeku u svih granah života ogromnu uslugu tvore. Iz kamena ugljena stvara si čovjek plin i ulje za razsvjetu, iz njega dobiva parafin za svieće, gradi najkrasnije i najraznoličnije anilinske boje, koje su u bojadisarstvu cieli prevrat počinile, pravi alkohol (spiritus), eterična ulja i mnoge druge koristne proizvode. Mnoge stvari, koje su netaknute u zemlji ležale, izradjuju se danas u nebrojenih tvornicah sve na korist i udobnost čovječanstva. U tvornicah ima danas malo odpadaka, koje bi čovjek neupotrebljene bacio. Sve se to opet znade koristno upotrebiti. Od pilotine umijemo danas slador, alkohol i papir praviti. Pa tko bi obredao sve one proizvode, što ih čovjek samo od odpadaka dobiva, kojimi se prije čovjek okoristiti nije umio! Silno bogatstvo ruda, što leži u zemlji pokopano, čovjek sve više odkriva, te u svoju korist izradjuje. Mnoge rude, za koje čovjek prije ni mario nije, postadoše izvorom njegova bogatstva. Hranu si je čovjek stvorio raznovrstniju i bolju, jer je umio umjetnim uzgojem životinjstva i bilinstva doći do bolje i izdašnije hrane. Ogromna stada goveda, što se po južnoj Americi povlače, lovio je prije čovjek samo radi njihove kože, no kemik Liebig nas je naučio, kako je moći i iz mesa njihova izvući hranive tvari, pa ih u sviet razašiljati.

Veliki svietski promet, koji je čovjek u novije vrieme upravo cielim svietom razpleo, znamenito je digao naše bogatstvo. Silno rudno blago, kojim je priroda obdarila krajeve

izvan Europe, znade danas umni Europejac u svoju korist tako upotrebiti, kao da mu ono kod kuće leži. Ciela Europa se obskrbljuje petrolejom, što ga u Americi iz zemlje vade. Mi se kitimo dragulji, što ih nalaze u Africi, Aziji i Americi. Malone cielo zlato i srebro, što se po cieloj zemlji dobije, snese se u Europu. Neizmjerna množina tvornica u Englezkoj, koje izradjuju železne i bakrene rude, dobivaju najveći dio tih ruda iz izvaneuropejskih naselbina. Bilinsko bogatstvo cieloga svieta postalo nam je današnjim prometom pristupno. Veliku množinu mirodijskoga bilja, kojim obiluje žarko podnebje, isto tako uživamo, kao da bi ono kod nas uspjevalo. Mi se nasladjujemo kinezkim čajem, pijemo azijatske i amerikanske vrsti kave, a riedko kada da pomislimo, kako su daleki ti krajevi, odkle nam ti proizvodi dolaze. K nam donašaju sago, datulju, smokvu i stotinu drugih hranivih biljka iz južnoga podnebja, tako da u tom pogledu nemožemo osjetiti, da nas je priroda siromašnije obdarila. Isto tako umio je čovjek proizvode životinjskoga svieta sa svih krajeva zemlje k sebi privući i njimi se okoristiti. Pa ne samo da su proizvodi prirode iz raznih krajeva svieta postali obćenitim imetkom, nego i čovječje rukotvorine i umotvorine ma kojega kraja pristupne su danas cielomu svietu. I kolikogod raste čovječji promet, toliko postaje raznoličnije i veće naše bogatstvo.

I tako, kamogod se obazremo, svuda vidimo, da je čovjek daleko napred koraknuo, da se je znamenito obogatio. Pa kada ovako pred sobom razvijemo cielu sliku čovječjega napredka, onda nam neće više doći pred oči misao, da su starija vremena bolja bila, nego što su današnja. Dakako muke i napora biti će uviek, a to i mora da bude, jer što se u prirodi nemiče i neradi, to mora da propada. U radu leži cieli život prirode, a nijedan užitak neima slasti, ako se naporom do njega nedodje.

Upliv prirode na razvoj ljudstva.

Slabost i nevolja sili na rad. — Upliv prirode na čovjeka; oblik zemlje, podnebje, bilinstvo i životinjstvo. — Australac. — Lovački i ribarski narodi. — Nomadi. — Poljodjelci. — Kulturne zemlje: Kina, srednja Indija, Egipat, Afrika, Europa.

Pa kako je čovjek do svoga današnjega napredka došao, što ga je upućivalo, što ga je do toga dovelo?

Čovjek je diete prirode, koje se golo i slabo na sviet porodi. Tielo mu nepokriva dlaka, koja bi ga štitila od vjetra, zime i nepogode vremena. Mišice mu nisu tako snažne kao u mnoge životinje, niti noga tako brza, niti oko tako oštro, pa ipak je on gospodarom ciele prirode. Ali u čovjeka je jedna sila, koja ga je napravila orijašem u prirodi, a to je njegov um. Um ga je doveo do toga, kako će nadvladati i ukrotiti divlju zvier, kako će prkositi nepogodam prirode. Um mu je stvorio čuvstvo i maštu, osjećanje za ljepotu i ponos.

Ljubav za životom bila je uviek najvećim poticalom, koje je gonilo čovjeka na rad i smišljanje. Glad ga je silio, da si u prirodi traži nuždnu hranu. Pa gdje se hrana nije čovjeku gotova pružala, tamo je morao smišljati orudje, loviti i goniti zvier, a stečenu hranu na razan način priredjivati, da ju može odmah jesti ili sačuvati. Nepogoda vremena je čovjeka gonila, da si gradi krov nad glavom, da si tielo zaodjene odjećom. Pa ako i jesu sve ove prve potrebe malene i neznatne bile, to je ipak čovjek morao izmišljati sredstva, kako da ih podmiri. No čovjek se nije brinuo samo za sebe, nego mu se je valjalo brinuti i za potomstvo, pa to ga je sililo, da živi u družtvu. U družtvu razvijao se je

čovjeku jezik. Tu je nastala potreba, da si krasi i kiti tielo, tu se porodiše prvi zametci prometa i trgovine.

Ova borba za obstanak, koja je toli duboko usadjena u ljudskom srdcu, svuda je gonila čovjeka naprvo. Pa ipak, ako se obazremo širom cieloga svieta, viditi ćemo, da se nije čovjek svuda dovinuo do iste visine Mi vidimo na zemlji uz naobražene narode mnoga plemena, koja su na pol puta zaostala, pa kao da nemogu ni koraka naprvo, a nalazimo još i takvih naroda, koji se iz svoje koljevke tako rekuć još ni podigli nisu.

Pa što je tomu uzrok? Gdje da tražimo one uzroke, koji su digli jedne narode do najvišega stupnja naobraženja, dočim su druge u napredku upravo priečile?

Uzroci ti neleže od nas daleko, oni se nalaze u naravi, koja nas obkoljuje, koja nas je u prvom našem razvoju ravnala i vodila kao maleno diete. Priroda je na jednoj strani silila čovjeka, da se muči i brine, kako će se uzdržati, dočim ga je drugdje opet obasula tolikim bogatstvom, da mu se nije trebalo puno brinuti, kako će podmiriti svoje najglavnije potrebe. Prvi uvjet napredku čovječjem jest bogatstvo njegovo. Siromašan narod neće nikada do toga doći, da počme unapredjivati znanost i obrt, jer je i preveć zaokupljen brigom, kako će si život uzdržati. Samo ondje može biti duševna napredka, gdje se je u narodu već toliko bogatstvo nakupilo, da ono može uzdržavati cielu hrpu ljudi, koji će moći mirno i bezbrižno posvetiti sav svoj rad boljku i napredku čovječjem. No do bogatstva nedolazi čovjek uviek jednako. U jednom kraju leži mu ono otvoreno gred nogama, drugdje treba mu rada i uztrajnosti, dok do njega dodje, dočim mu je opet na nekih mjestih narav bacila klip pred noge, da nemože ni koraka naprvo.

U prvom njegovom razvoju upliva na čovjeka najviše sama narav. Tek kada se čovjek uzdigne do neke visine, onda tek on može da prenese svoju premoć i svoje izkustvo i u one krajeve, koje je dotle narav zamitala.

Na duševni razvoj čovjeka ima u prvom redu velik upliv oblik zemlje, u kojoj on stanuje. Posve drugčije će se razviti

čovjek, koji živi na širokom kopnu, nego onaj, kog je sudbina na osamljene otoke bacila. Briegovita zemlja posve će drugčije uplivati na čovječji razvoj nego otvorena ravnica. A i po ravnicah, koje su natopljene velikimi riekami, urediti će se čovječji um sasvim drugčije, nego po suhih pustarah.

Neizmjerno velik upliv na razvoj tjelesne i duševne snage čovjeka imade podnebje. U hladnijem podnebju je i priroda siromašnija, a čovjek tu ima više muke i napora nego u toplijem kraju. Tu se on mora brinuti za odjelo i stan, na što u toplom predielu ljudi ni nemisle. On tu treba izdašniju hranu, a i težje dolazi do nje, dočim u toplom podnebju pruža mu narav hrane u obilju.

Svi iz izkustva dobro znamo, da posao djeluje najblagotvornije na čovjeka. Rad oplemenjuje čovjeka, dočim ga nerad upropašćuje i razoruje u njem svako plemenitije osjećanje. U mnogih krajevih žarkoga podnebja, gdje se čovjek nemora brinuti za odjelo, gdje mu hrana u obilju tako rekuć u usta pada, postao je čovjek duševno i tjelesno trom. A bezposlica i ljenost stvorila je od čovjeka roba. Povjestnica nas uči, da je robstvo niklo u žarkom podnebju. U preveć studenih krajevih opet, gdje si čovjek preveć svoje sile napinjati mora, postao je on tvrdoglav i nesposoban za svaki viši napredak.

Uz podnebje imade na čovjeka velik upliv bilinstvo i životinjstvo, što ga okružuje. U prvom redu su tu koristne životinje i biljke, koje su od uviek bile od najveće važnosti za materijalno bogatstvo i duševni napredak čovječji. Prastanovnici Australije i australskog otočja nebi sigurno ostali na tako nizkom stupnju razvoja, da im je narav poklonila koju kulturnu biljku i koju životinju za uzgoj. Isto tako nebi Amerikanac ostao ribar i lovac, da je našao u zemlji više koristnih biljka i većih životinja, koje bi mogao pripitomiti.

Okolica, podnebje, bilinstvo i životinjstvo dalo je pravac čovječjem razvoju, stvorilo mu zanimanje. Nezgodni i neprijatni odnošaji bili su uzrokom, da Australac nije došao do nikakva stalna zanimanja, da je on sve do danas ostao na najnižem stupnju naobraženja. Neobično ovo stanje Australaca tako je zanimivo, da je vriedno, da o tom napose spomenemo, da predočimo tim jednu kulturnu sliku, i to prvu o najniže stojećem čovjeku.

Na nešto višem stupnju stoje ribarski i lovački narodi u Americi i u sjevernoj Aziji. Zanimanje njihovo imade već stanoviti pravac. Oni si skupljaju i sahranjuju svoju lovinu, smišljaju razna sredstva, kako će do lovine laglje doći, a tim se stvara u čovjeku već neka samostalnost u radu i mišljenju. Oni si grade već stanove, u kojih se mogu skloniti od nepogode vremena, pa gdje će svoje orudje spremiti. Oni žive na okupu, i tim je stvorena podloga ćudorednijem životu. Kao drugu kulturnu sliku gledati ćemo u kratko opisati život ovakva naroda, a to Amerikanaca.

Na mnogo višem stupnju razvoja stoje nomadi, koji se od mjesta do mjesta sele. Ribar i lovac je divlje ćudi, jer se ima boriti sa divljom zvieri, a i sa samim čovjekom, koji mu lovinu smanjuje. Nomadi su ulovili divlju životinju, pa ju liepim uzgojem uz sebe priučili i pripitomili. Blagim ovim postupanjem postao je i sam čovjek mirniji i blažji. On tjera svoju stoku od paše do paše, pa neima velika napora za uzdržanje svoga života. Obstanak mu je postao mnogo sigurniji, neima se toliko bojati svojih suplemenika, pa može s njimi u većoj zajednici živiti. Tim postaju kod nomada već zadruge i ćudoredniji i bolji život.

No ipak ovakav život nevodi daleko. Ljudi se neprestano sele i nemisle na ništa drugo, nego kako će podmiriti svoje najglavnije potrebe. Neima tu stalnog, mirnog, radinog života, koji bi čovjeka mogao dići u znanju i naobraženju. Takav život stvara samo poljodjelstvo.

Poljodjelac stoji na najvišem stupnju napredka. Poljodjelstvo je jedino zanimanje, koje je u stanju stvoriti u čovjeku težnju za višim i plemenitijim naobraženjem. Poljodjelac je vezan na onu grudu zemlje, koju ima obdjelavati, pa si mora tude stalne stanove pograditi. Posao mu mora da bude pra-

vilan. On mora da si uzgaja domaću stoku, koja će mu pri poslu pomagati, a smišljati na razna sredstva, koja će mu poljodjelstvo unaprediti. Poljodjelstvo pruža čovjeku toliko koristi, da može ne samo sebe uzdržati, nego da može još i druge hraniti, koji mu u poslu pomažu. Uz poljski posao preostaje čovjeku još uvjek dovoljno vremena, da može dospjeti na drugi rad, a tim postaje život raznoličniji i potrebe veće. Poljodjelci žive na okupu, posao si stanu medjusobno razdieljivati. Jedan se izvješti bolje u jednom a drugi u drugom poslu, pa se tako staje razvijati obrt, a tim se dospjeva na vrata duševnoga napredka i naobraženja.

Poljodjelstvo stvara dakle obrt, a oboje može čovjeka dovesti do višega naobraženja. Pa ipak vidimo, da poljodjelstvo nije svuda na zemlji podiglo duševni napredak. Uz poljodjelstvo je čovjek samo ondje došao do višega napredka, gdje mu je zemlja bila zaštićena visokimi gorami, gdje je u gorah našao čovjek rudna bogatstva, pa gdje su mu zemljom prolazile velike rieke, koje su mu digle promet i trgovinu. Mi ćemo odmah redom proći takove krajeve, gdje je čovjek našao glavne uvjete za svoj napredak, pa gdje se je on zbilja u naobraženju i podigao. Mi ćemo nadalje viditi još i to, kako su se ti pojedini kulturni narodi digli do neke visine, na kojoj su onda ostali, jer im je podnebje stavljalo zaprieke u dalnjem razvoju.

Jedna od najstarijih kulturnih zemalja jest K i n a. Ona je zaštićena prama sjeveru visokimi gorami, a prolaze njom gorostasne rieke. Zemlja je tako bogata bilinstvom i životinjstvom, da je čovjek mogao tu lahko podmirivati sve svoje potrebe, te stvoriti obrt i promet. U ovoj zemlji se je već u najstarije doba posve samostalno razvila dosta visoka kultura. No čovječji duh pod raznoličnimi uplivi zaustavio se je ipak na granici jednoj, koju nije mogao da samostalno prekorači. Mi ćemo kao t r e ć u kulturnu crticu opisati iza Australca i Amerikanaca još i Kineze.

Drugo zemljište, gdje se je počela kultura razvijati, bila je prednja I n d i j a. Zemlja je tu u obilju plodna i bogata.

Bilinska hrana, kojom se tu ljudstvo poglavito hrani, tako je obilna, da je stvorila s jedne strane grozne bezposlice i užasnu sirotinju, a s druge strane bogataše, koji živu na račun sirotinje. Sirotinja ova, s u d r e, toliko je prezirana, da se nesmije mješati i družiti sa bogataši, a zakoni tamošnji opredieljuju za takove prekršaje užasne kazni. I ti odnošaji postoje u Indiji 2 do 3 tisuće godina. Ovo nejednako razdieljenje vlasti i bogatstva bilo je uzrokom, da se kultura u Indiji nije nikada mogla do višeg stupnja dići.

U Africi bila je najzgodnija zemlja za razvoj kulture E g i p a t. Blagoslovljena ta zemlja ima cielo svoje bogatstvo poglavito zahvaliti blagom podnebju i rieci Nilu, koja svake godine zemlju plodonosnim muljem poplavljuje. Najvažnija hrana u Egiptu je datulja; ona rodi u tolikoj množini, da se čovjek nemora puno brinuti za svoje uzdržavanje. Toplo podnebje nesili čovjeka, da se odjeva, da si tvrde kuće gradi. Obstanak mu je tu posve lagan, pa se je narod silno umnožao. Dočim se je jedan dio svieta brinuo samo za svoj svakdanji obstanak, to se je drugi manji dio na njihov račun bogatio. Ovo silno bogatstvo, što ga pojedinci nakupiše, stvorilo je u Egiptu dosta visoku kulturu, koja ali nije nikada postala zajedničkim imetkom cieloga naroda, pa je zato i ostala uviek jednostrana. Ako cielo ljudstvo pa i sirotinja neradi za duševni napredak, onda neima onoga uspjeha, koji čovjeka neprestano više i više diže. Takovi odnošaji nastali su, kako znamo u Europi, u umjerenom pojasu, gdje je cielo ljudstvo moralo zajednički raditi za svoj boljak, gdje je i siromašniji sviet morao svojim trudom i napokon nešto doprinašati tom napredku, gdje nije mogao u bezposlici dane provadjati, jer mu priroda nedaje toliko obilje hrane, kao što u Indiji ili Egiptu.

U A m e r i c i nalazimo vrlo malo krajeva, koji bi bili prikladni za koljevku kulture. Ako i jesu tu mnogi predjeli zgodni za poljodjelstvo, to su ipak manjkale prikladne biljke za uzgoj i veće koristne životinje, a uz to je podnebje u mnogom priečilo materijalni napredak tamošnjih prastanovnika. Mi smo već spomenuli, da se u najvećem dielu Amerike nisu ljudi

dali na poljodjelstvo, nego da su ostali ribari i lovci. Iztočna obala sjeverne Amerike puna je doduše bogatih rieka, ali ju sjeverne morske struje toliko ohladjuju, da nemoćna čovjeka od poljodjelstva odvraćaju. Zapadna obala sjeverne Amerike mnogo je toplija, ali neima u njoj povećih rieka, koje bi ju natapale, pa je zato ona suha i pusta.

U južnoj Americi, a osobito na iztočnoj strani bili bi odnošaji puno zgodniji. Podnebje je ovdje toplo, rieke prosjecaju zemlju, a uz to dolazi ovdje još velika množina vlage i kiše. Narav je tu silno bujna, ona se je tako visoko podigla nad čovjekom, da se on osjeća slabim patuljkom, pa kako uza se nije imao niti konja niti goveda, to se nije mogao nikada osloboditi toga upliva, te je ostao na nizkom stupnju razvitka.

U Americi su bile jedino Meksiko i Peru zemlje, gdje se je kultura mogla razvijati. Podnebje, rieke, vlaga, sve je to išlo u prilog njihovu razvoju. Obie zemlje imale su izvrstnu kulturnu biljku i to kukuruz, a Peru imao je još i krumpir. Silne starinske gradnje i palače, što ih u tih zemljah nalazimo, pa i mnogi ostanci njihove umjetnosti, očitim su nam dokazom, da je tu ljudstvo išlo kulturi u susret. Narod, koji si je stvorio koledar, koji je mnogo savršeniji, nego što je to grčki koledar bio, morao je sigurno biti znatna naobraženja. No taj narod nije poznavao željeza, on nije imao većih koristnih, domaćih životinja, a malo kulturnih biljka, on je bio odieljen od svega ostaloga naprednijega svieta, pa nije čudo, što nije u prosvjeti više napredovao.

Ako sada prodjemo u Europu, to ćemo naći tude već u starom vieku dvie zemlje, gdje se je kultura digla do one visine, koja je dotle na zemlji bila nepoznata. Bila je to Grčka i Italija. Kulturni narodi iz Afrike i Azije prenieli su bili ovamo već klicu kulture, prije nego što su tu zavladali stari Grci i Rimljani. No iz te klice uzgojiše pravu kulturu tek Grci i Rimljani. Njihov silni promet i trgovina podigla im je bogatstvo i izkustvo, stvorila znanost i umjetnost. Tu je postala kultura zajedničkim imetkom cieloga naroda. No bogatstvo i razkoš uništi i te narode, a njihova kultura tinjala je kroz viekove u Europi, dok ju napokon radina plemena romanska, germanska i slavenska nanovo neuzkrisiše, da od nje stvore gorostasa, koji će prkositi svim nepogodam naravi.

Da se stvori neka viša duševna kultura u narodu kojem, to je potrebito ponajprije, kako već prije spomenusmo, da ima u narodu ljudi, kojim okolnosti dopuštaju, da se mogu baviti jedino sa duševnim radom. Ondje, gdje svaki pojedinac bez razlike mora da si izradi svoj kruh, tamo o višoj kulturi nemože biti ni govora, ona može samo ondje uspjevati, gdje pojedinac može svojim radom toliko steći i privrediti, da od toga može i više ljudi živiti. Poljodjelstvo jest grana ljudskog zanimanja, gdje privreda od pojedinaca može poveći broj ljudi hraniti. I zato vidimo mi, da se je kultura stala samo ondje razvijati, gdje se je narod počeo poljodjelstvom baviti. I takvo sjedište kulture postade Europa. Za razvoj poljodjelstva bili su tu svi uvjeti. Europa, ako i nije obilovala sama od prije množinom kulturnih biljka i koristnih životinja, to je ona stajala na stečištu dviju kulturnih svietova, te su se u nju snesle sve koristne prirodnine iz Azije i Afrike, kojim je europejsko podnebje prijalo. Podnebje Europe i daleko prama sjeveru posve je za poljodjelstvo prikladno. Ona obiluje množinom plovkih rieka, da joj promet uzdižu. Morske obale u Europi na toliko su razglobljene i izrezane kao u nijednom drugom kraju svieta, pa su tim putevi morskoj trgovini na sve strane otvoreni. Svi se dakle tu najglavniji uvjeti razviše, bez kojih kultura nemože cvjetati. I to je u Europi sve uspjelo, ali seobe naroda, ratovi i velike kužne bolesti obustavile su na jedan mah i Europejca u razvoju njegove kulture. Pa kada su te zapreke prestale, podigla se kultura u Europi na novo i razvila se, kao što danas vidjamo, do liepe visine kao nigdje drugdje.

Australci, Amerikanci i Kinezi.

I.

Prirodni odnošaji, bilinstvo i životinjstvo Australije. — Australac, stan njegov i hrana. — Obiteljski život. — Vjera. — Država. — Jezik. — Papuanci. — Malajci i Javanci.

Neima naroda na zemlji, koji bi stojao na tako nizkom stupnju naobraženja, kao što Australci, koji će nedvojbeno za koje vrieme posve izčeznuti sa površja zemlje, jer nemogu uzporedo ići sa kulturom, koju im Europejci u zemlju unesoše. Kod prastanovnika Australije se najbolje vidi, u koliko čovječji napredak i razvoj ovisi o zemljištu, na kom stanuje i o okolici, koja ga obkoljuje.

Australija leži u velikom oceanu na južnoj strani izpod ekvatora, te ima onda ljeto, kada je kod nas zima i obratno. Podnebje joj naliči onomu u južnoj Španjolskoj. Ciela Australija je samo za jednu šestinu manja od Europe. Uz obale joj neima oduljih zaljeva, a plovnih rieka ima veoma malo. Nutarnjost Australije jest velika i žalostna pustara, a samo obale su prikladne za gospodarstvo.

U Australiji nije bilo nijedne životinje, koju bi čovjek mogao pripitomiti, pa uza se kao domaću životinju držati. I tako je narav sama zapriečila Australcu, da se nije mogao dići do stočarstva i poljodjelstva. Jedina donekle domaća životinja jest australski pas, koji lisici mnogo naliči. Od sisavaca nalazimo ovdje poglavito samo tobolčare, koji imadu na trbuhu kesu (tobolac), u kojoj nose svoje mlade životinje. Australci ih mnogo love radi hrane. Spomena vriedan je ovdje još čudnovati kljunaš; sisavac je to najnižega ustrojstva, u kog

se je gubica razvila kao kljun od ptice. Pticâ, kornjača i drugih nižih životinja ima u Australiji dosta.

I biljke neima u Australiji nijedne, koju bi čovjek mogao uzgajati, da ga ona hrani.

Australac je radi slabe i neuredne hrane slabo razvijena tiela. Vrlo je mršav, onizka je stasa, velikih ustnica i sploštena nosa. Koža mu je obično žućkasto-smedje bojadisana, riedje crno, a izparenje kože zaudara veoma neugodno. Kosa im je sasvim crna i ponešto kudrava.

Australci hodaju radi blagoga podnebja posve goli, a samo u južnijih, hladnijih krajevih nose po zimi na ledjih ogrtač od kože; drugoga odjela oni nepoznadu. Ciela njihova moda sastoji u tom, da si glavu izkite perjem, zubi ili repom kojegod životinje, da si izparaju tielo i da ga namažu kojom zemljanom bojom.

Stanovi Australaca su najjednostavniji, što si samo pomisliti možemo. On se skriva u podzemne špilje, on nalazi svoje zaklonište u gustom grmlju i šupljem drveću. Ako gdjegod već do toga dodje, da si kolibu sagradi, onda si on skupi dugu suhu koru od drveća, pa ju jednu uz drugu prisloni i tako si stvori kukavan krov. Samo kod poglavica i kod stanovnika uz morsku obalu je ovakov krov od kore poduprt još stupovi, što ih koso u zemlju zabiju.

Hrana Australaca je veoma kukavna. On jede upravo sve, što se samo jesti dade. Njemu se ništa negadi. On se nasladjuje parcovi, sliepimi miševi, gušteri, zmijami, grabežljivimi pticami, crvi i gusenicami. No kako se čini, on tu hranu uviek prije na vatri prži, ali pri tom na kakvu čistoću nikada nepazi. Na neobičan način ugašuje Australac svoju žedju. Kada pri povratku sa lova naidje na kakovu vodu, onda se u nju povali, da tako izvana nadomjesti vodu, koju je izparenjem izgubio.

Sa jednostavnim načinom života stoji u najužem savezu i ta okolnost, što Australac neima čestita orudja ni oružja. Nož i sjekiru pravi si on od kremena, pa tim sječe drvo i

kida meso. Za lov pravi si duga koplja, a na vrh koplja sveže oštre zube od koje životinje i tim ribu ubija, dočim za zvier postavlja na koplje oštre ribje kosti ili tvrd kamen.

Da se Australac nije bolje razvio, nije on toliko sam kriv, koliko narav, jer on nije glup. Uz ovakove okolnosti nije se on dakako mogao duševno razviti, ali on ipak pokazuje u svom jednostavnom životu, u baratanju sa oružjem i u lovu veliku okretnost i dosjetljivost. Glavno i jedino poticalo, što Australca na rad potiče, jest samo glad. Kada se je nasitio, onda on nepozna drugoga posla, nego spavanje. Australac gladuje ili lovi, jede ili spava. Kada dodje do obilne lovine, to on ništa nespravlja za sliedeći dan, jer on nezna, što to znači, brinuti se za drugi dan. On jede, kolikogod može, a što nemože sam da pojede, to mu pomognu bližnji susjedi. Jedina zabava, koju Australac još poznaje, jest ples, divlje skakanje, koje pri punoj mjesečini znade po ciele noći trajati.

Cieli život Australca kreće se poglavito samo u obitelji. On si uzimlje toliko žena, koliko ih hraniti može, no radi siromaštva riedko da ih uzme više od dvie ili tri. Žena je mužu prava robkinja. Muž pojede najbolji dio svoje lovine, a žena mora daleko od njega sjediti, pa čekati, da li će joj ostati koj kukavan odpadak. Ako žena previše djece radja, a osobito ako su to djevojke ili dvojci, to ih odmah iza poroda ubiju.

Mrtvace svoje obično zakapaju. Izkopaju jamu, mrtvaca zamotaju u koru, pa ga onda metnu u jamu, da čuči, a odozgor ga pokriju granjem i zemljom, da do njega nedodju divlji psi. Samo u gdjekojih krajevih običaju osobito starije ljudi na lomači spaljivati. Ako žena u porodu umre, onda ju spale sa živim dietetom. Ime mrtvaca nesmije nitko spomenuti, a ima li tkogod isto ime, to ga mora drugim zamieniti.

Vjerski nazori su kod Australaca vrlo slabo razvijeni. Oni vjeruju samo u zločeste duhove, koji čovjeku svako zlo i bolest nanašaju. Druge kakove vjere oni nepoznaju. Nigdje neimaju kipova ili idola, kojim bi se klanjali, pa zato neima kod njih niti svećenstva. Mjesto svećenika imadu oni svoje

čarobnike, koji moraju svojim bajanjem uništiti upliv zlih duhova. Odkada su se bieli ljudi u Australiji naselili, od onda misle Australci, da su u bielcih oživili njihovi predji, pa da se svaki crnac poslije smrti pretvori u bielca.

O kakvom državnom uredjenju neima kod Australca ni govora. Po više obitelji ima obično po jednog poglavicu, no njegova moć je vrlo neznatna. Ona se najviše očituje pri ratovanju, što ga gdjekad vode pojedina plemena i obitelji. Kako Australci neimaju imetka i posjeda, to se oni zarate poglavito samo onda, ako im se otmu žene, ako im mrtvace izkapaju, ili ako pomisle, da je jednog ili drugog netko iz druge obitelji urekao, pa da je od toga obolio ili umro.

U Australiji ima puno malih plemena, a svako pleme govori drugim jezikom, no svi ti jezici su si donekle slični, ali nenaliče nijednom drugom jeziku izvan Australije. Jezik im vrlo ugodno zvuči, ali je veoma siromašan. U njem se odieva ciela duševna slika Australca. Svoja zapažanja znade on slikovito orisati, ali zato on nepozna nijedne rieči za pojmove, koje si čovjek inače duševnim raznišljanjem stvara.

I to je malena slika čovjeka, koji stoji na prvom stupnju čovječjega razvoja. Čovjek je to, koji živi samo od jednoga dana do drugoga, koji nezna, što je odjelo, što je uredjena kuća, koji poznaje samo glad i ništa više. Ima na Novoj Gvineji, na australskom i azijatskom otočju i drugih divljih naroda, ali ti svi stoje ponešto više nad Australci. Papuanci na Novoj Gvineji grade si kuće na stupovih, imadu domaću svinju i psa, imadu palmu od koje dobivaju brašno: sago. Ima tu tragova trgovine, za koju Australci ni neznaju. Malajci na azijatskih i australskih otocih mnogo su više razvijeni od Papuanca. Narav ih obdarila mnogimi koristnimi biljkami i životinjami. Oni imadu uredjene stanove, trguju rado, jer se mjestimice bave i poljodjelstvom. Medju Malajci stoje najviše Javanci. Oni su se u svojoj kulturi, poljodjelstvu i trgovini već posve približili kulturnim narodom Azije, s kojimi i stoje u neprestanom doticaju.

II.

Kultura u Ameriki: Meksiku i Peru. — Prirodni odnošaji, bilinstvo i životinjstvo Amerike — Amerikanac, stan i život mu. — Obitelj. — Ćud. — Vjera. — Jezik.

Prastari stanovnici Amerike, sve od sjevera pa do juga, na toliko su si srodni i slični, da ih smijemo kao jedno ljudsko pleme smatrati. Već smo prije jednom spomenuli, da je narod ovaj u dviuh zemlja, Peru i Meksiko, došao do dosta znatne kulture, no po ostaloj Americi ostao je on na vrlo nizkom stepenu naobraženja. Spomenuli smo tom zgodom i glavne uzroke, koji su pomogli Peruancem i Meksikancem, da su se oni nad ostale Amerikance uzdigli. Ako i nije ta kultura Bog zna kako velika bila, to joj se ipak čuditi moramo. Narodi ti bili su odieljeni od cieloga ostaloga naprednijega svieta. Od nikoga nisu ništa mogli naučiti, pa sve što su postigli, morali su si sami stvarati. Oko sebe nisu imali nijedne veće životinje, koju bi si mogli kao domaću životinju uzgojiti, a od koristnih biljka bio je za njih samo kukuruz od veće važnosti. K tomu moramo uvažiti još i tu nesreću, da upravo te zemlje, koje su inače bile prikladne za višu kulturu, neimaju željeza. Ako uzmemo sve to u obzir, onda ćemo morati priznati, da su ti narodi morali imati liepih duševnih sposobnosti. Pomislimo li samo, koliko je stotina i stotina dugih godina trebalo, dok se je u Europi došlo do današnje kulture, a bilo je tu uz čovjeka i domaćih životinja i obilje koristnih biljka. Svi obližnji kulturni narodi azijatski i afrikanski uplivali su na Europu, pa ipak je tu još uviek trebalo tolika stoljeća i toliko borbe, dok se je do rečenog došlo.

No svrha naša nije ovdje baviti se sa Meksikanci i Peruanci. Bilo je to samo mimogredice. Želimo ovdje na kratko opisati odnošaje i život ostalih Amerikanaca, koje je sudbina na lov i ribarstvo prisilila.

Kao što je Australija svojim podnebjem i svojimi prirodnimi odnošaji zapriečila Australca, da se nije mogao dići do višega napredka, tako je i Amerika dala svojim prastanovnikom poseban pravac u životu, kog se oni nemogoše otresti. Amerika

se proteže od visoka sjevera daleko prama jugu i to mnogo dalje nego Afrika. Duljinom ciele Amerike proteže se na zapadnoj strani velik niz gora. Prama iztoku se ogranci cielih gora spuštaju u nizine, koje su obrasle nepreglednimi šumami i bujnimi travnici. U sjevernoj Americi zovu se ovi travnici: prairije, a na jugu: pampas. Vode i rieke najbolje su se razvile na iztočnoj strani Amerike. Mi smo već prije spomenuli, da bi ovdje uz mnoge rieke zemljište bilo veoma prikladno za poljodjelstvo, da su prasjedioci Amerike imali dovoljnu množinu kulturnih biljka, pa da nije u sjevernoj Americi prehladno, a u južnoj Americi opet preveć vlažno. Kako se je Amerika daleko od sjevera prama jugu razširila, to nalazimo u njoj toplo, umjereno i hladno podnebje, ali svuda je tu razmjerno hladnije nego u starom svietu. Uzrok tomu je malena širina kopna, množina šuma, jezera i močvara.

Bilinstvo i životinjstvo u Americi, što bi čovjeku koristi pružati moglo, veoma je siromašno. Neima tu nijedne veće životinje, koja bi se mogla takmiti sa našim konjem ili govedom. Jedina veća životinja, koja je u rodu sa našim govedom, jest bizon u prairijah sjeverne Amerike. No on se neda pripitomiti. Lama i paka iz srednje i južne Amerike slabašne su životinje, koje se jedva sa našom ovcom uzporediti mogu. Medju pticami, što ih je čovjek u Americi pripitomiti mogao, spomenuti je jedino purana. Medju biljkami imade Amerika jedino kukuruz, koji se može takmiti sa našimi žitaricami. I tako narav nije pružila Amerikancu niti toliko sredstva, da može postati pastirskim narodom, a kamo da bi mogao pomisliti na poljodjelstvo. Narav ga je samo neznatno više obdarila nego Australca, a nije mu dala niti toliko, koliko Malajcu ili afrikanskom crncu. Ona ga je sama napravila lovcem i ribarom i zatvorila mu vrata pred višom kulturom.

Amerikanac je dosta čvrsta tiela, duge glave, široka i uz to nizka čela, a čeljusti mu stoje naprvo iztegnute. Oči su mu malene i crne, nos dug i nešto zavinut. Koža je tamno-

žute, zelenkasto-smedje ili bakrenaste boje, veoma je gladka, jer je posve bez dlake. Brade i obrva je vrlo slabih.

Amerikanac se oblači i kiti veoma bogato i šareno. Odjelo i obuću si obično pravi od učinjene bizonove kože, koju bojom izšara i perjem izkiti. Lice si živimi bojami izmaže. U kosu nameće perja, a oko vrata naniže perle, koje si on od školjka izbrusi i nabuši. Ovakve perle su kod Amerikanaca u visokoj cieni,pa njimi plaća pobjedjeno pleme pobjeditelju danak.

Amerikanci prave si za stanovanje malene kolibe. Ribarska plemena prave ih od kore, dočim ih lovačka plemena sastavljaju od sašivenih bizonovih koža. U sredini kolibe nalazi se ognjište, a u šiljatom vrhu stoji otvor, kroz koji dim izlazi. Kolibe se ovakove lahko skupe i na drugo mjesto prenesu. Sav taj posao imadu žene obaviti, jer se muž brine samo za orudje, za lov i za rat.

Dok Europejci nisu u Ameriku došli, nisu tu poznavali željeza. Sve svoje orudje pravili su od drveta, kosti i kamenja.

Amerikanci su se tako priljubili uz ovaj lovački i ribarski život, da ih od toga ništa odvratiti nemože. Europejci su im bili poklonili množinu domaćih životinja i usjevnih biljka, ali oni su to prezirom odbili, nemogoše se sklonuti na stočarstvo i poljodjelstvo. Oni će ostati, dok posve neizčeznu sa površja zemlje, vjerni svom lovu i ribarstvu. Amerikanac je u lovu vještak, kako ga je malo gdje naći. Dobar njuh ga vodi za lovinom, pa kada ju je jednom našao, onda mu ona neće izmaći. Kada zapadne visok snieg, onda metne na noge široke snježne cipele od drveta i kože, pa po smrznutom ledu leti nevjerojatnom brzinom, dočim mu zvier pri svakom koraku u snieg propada.

Amerikanac se hrani ponajviše sa mesom. On ga peče ili kuha, sirovo meso jede samo onda, kada je preveć gladan ili kada neima pri ruci vatre. Meso on nikad nesoli, niti čim drugim začinja. Kada neima lovine, onda on posegne i za divljim biljem, jer domaćega bilja on nepozna. Za zimu si on sprema meso i divlju rižu u jame, koje dobro zatvori. Za jelo

neima stalna vremena, nego se jede onda, kada se do hrane dodje. Iza obilne lovine, gori pod zemljanim loncem sve dotle vatra, dokle god od lovine nešto još imade, a kad hrane nestane, onda se znade i gladovati. I tako rade svi lovački narodi na svietu. Za jela sjede muževi za sebe, dočim se žene, djeca i psi na drugoj hrpi skupe. Opojnih pića nisu Amerikanci poznavali, dok ih nisu na to Europejci naučili. No pušenje je kod Amerikanaca prastari običaj, a pušilo se je ne samo duhan, nego lišće i kora od raznog bilja, u kom ima opojnih sokova, kao što to još danas po Americi svuda čine.

Život Amerikanaca se najviše kreće u obitelji. Gdjekada živu pojedine obitelji posve osamljene, no obično se one združuju u pojedina sela. Svako selo ima svoga starješinu, ali njegova moć u mirno doba neima nikakva značenja. Na uzgoj djece se u obitelji skoro ništa nepazi, a osobito dječaci smiju biti do skrajnosti razuzdani. Roditelje upravo veseli, kada vide, kako im se već mali sinčić igra glavom ubijena neprijatelja, a dječko postaje tako sve samostalniji i tvrdoglaviji. Već za rana počme se on družiti sa odraslimi ljudmi, a kada navrši četrnaestu godinu, onda si podje tražiti čarobnu kesu. Prodje u samoću, tamo nekoliko dana probdije i proposti, pa umoran padne u dubok san. Prvu životinju, o kojoj sanja, mora on ubiti, te od njene si kože napraviti čarobnu kesu, koju uviek uza se nosi, da ga ona očuva od svakog zla. Ako ju jednom izgubi, onda ju mora od svoga neprijatelja oteti.

Djevojke dozrievaju rano, te se često već u dvanaestoj godini udaju, ali zato se brzo i postaraju. Amerikanac uzimlje si toliko žena, koliko ih hraniti može. Na ženi stoji ciela kuća, cieli domaći posao, jer se muž brine samo za lov i za rat.

Amerikanac je ozbiljne ćudi, a uz to tvrd, odvažan i srčan. On nepazi skoro ništa na ono, što se oko njega dogadja; u družtvu je miran i pozoran. On neće nikada drugomu pasti u rieč, jer je to neprijaznost, koju Amerikanac lahko neoprašta. Nepristojno mu je to, ako mu se odmah odgovori; čim mu se pričinja odgovor važniji, tim se on dulje mora za-

tezati. Ako Amerikancu dopane u ruku neprijatelj, onda on s njim nemilosrdno postupa. Ali zato zna svaki i najužasnije muke, pa i smrt podnieti u najvećem miru. Niti pisne, niti zubi škrine, jer je za Amerikanca najveća sramota da se kao kukavica pokaže. Amerikanac ratuje najvećom lukavošću i krvoločnošću, pa u bjesnilu kida mrtva trupla i jede meso od svoga neprijatelja. Najveća slava, što si ju iz rata donese, jest skalp ili koža sa neprijateljske glave. Na skalpu mora da bude sva kosa i onda obično još i uši.

Bolesti i nesreće pripisuju oni zlim duhovom, koji stanuju u različitih životinjah. Mrtvace umataju u odjelo i onda zakopaju; uz to pokolju životinje od pokojnika, stave u grob njegovo oružje i hranu za drugi sviet. Amerikanci vjeruju u drugi sviet, a i drže, da duše od pokojnika stoje s njimi u dodiru, pa ih se zato i boje. Kod pojedinih plemena kazne onoga smrću, koji o pokojniku zlo govori. Svi vjeruju u neko više biće, u stvoritelja, komu oni ali riedko kada kakvu malenu žrtvu prinesu. Cielo svoje štovanje izkazuju oni zlim duhovom, koje bi rado darovi i žrtvami sebi pridobiti. Da ugode duhovom, priredjuju oni različite plesove. Amerikanci neplešu kao drugi narodi od kakve strasti, nego je to kod njih neka vrst bogoslužja. Kako oni drže, da zli dusi stanuju u različitih životinjah, to se oni obično preobuku kao životinje, jedanput kao medvedi, drugiput kao psi, bizoni ili orlovi, pa onda u skakanju oponašaju gibanje dotičnih životinja. Da ugode duhovom, a i da si tielo ojačaju, to znadu više puta mladi ljudi užasno svoje tielo trapiti. Oni proturaju kroz meso na nogah, rukuh i prsih duge bodljike, na nje privežu užeta, pa se onda dadu u vis vući, a da pri tom niti ustne stisnu, premda ih bol do nesviestice dovede.

Jezik kod raznih amerikanskih plemena jest vrlo čudnovato gradjen. Kod nas sastoji svaka izreka od više odieljenih rieči, dočim Amerikanac u izreci sve rieči zajedno sliepi, da mu je jedna izreka ujedno i jedna sastavljena rieč. Uz to izrazuju oni svoje misli na tako nam neobičan način, tako da se oni sa europejskimi jezici neznaju pomoći, to je za primitivne Amerikance odjeća, koju oni neznaju obući. Oni su dobri govornici, govore živo i jezgrovito. Amerikancu nije dovoljno, da bude dobar junak, on mora da bude i dobar govornik. Amerikanci imadu svoje narodne pjesme, u kojih opjevaju ili oplakuju slavne junake. Pjesme su te dosta liepe, samo su prepune opetovanja i pretjerane slave i hvale.

III.

Prirodni odnošaji, bilinstvo i životinjstvo u Kini. — Kinez, njegovo odjelo, kuća, hrana i piće — Poljodjelstvo u Kini. — Ćud Kineza. — Odgoj djece. — Car. — Plemstvo znanja. — Državna uprava. — Obrt i trgovina u Kini. — Kinezka književnost — Znanost u Kini. — Vjera i jezik.

Medju žutimi plemeni čovječjega roda digoše se Kinezi do najvišega stupnja naobraženja. Na razvoj kinezke kulture vrlo su malo uplivali tudji narodi; ona je nikla, a i posve se samostalno razvila u Kini, ali je i posve različita od kulture europejske.

Kinezko carstvo je skoro polovicu tako veliko kao Europa. Sa tri strane ga obkoljuju visoke gore, a na četvrtoj oslanja se ono na otvoreno more. Zemljom prolaze plovke rieke. Brdoviti krajevi izmienjuju se plodnimi dolinami, kroz koje je čovječja ruka prokopala veliku množinu kanala. Podnebje u južnom dielu Kine je skroz vruće, samo sjeverni dielovi imadu umjereno podnebje. Upravo ta okolnost, što u Kini vlada toplo i umjereno podnebje, mnogo je dopriniela do naravna bogatstva ove zemlje, jer se tako u jednoj državi nalaze proizvodi žarkoga sunca, kao i umjerenoga neba. Uz to je Kina bogatija koristnimi životinjami i biljkami nego i jedna druga zemlja na svietu. Pa zato i neima države na svietu, koja bi mogla tako lahko sama da podmiri sve svoje potrebe ne samo običnoga nego i najudobnijega života kao što Kina. Kina je u tom pogledu tako neodvisna od vanjskoga svieta, da ona može lahko i bez njega živiti. Tu svoju neodvisnost od uviek je Kina u sebi osjećala, pa u tom nalazimo i najglavniji razlog, zašto je ona ostala

odlučena od ostaloga svieta, pa zašto na nju nisu mogle uplivati kulture tudjih naroda.

Bilinstvo i životinjstvo jest u Kini vrlo raznolično i bogato. U južnih krajevih Kine živu majmuni i papige. Lavove i tigrove uništila je već davno tamošnja kultura. Jelene, zeceve, veverice i divlje svinje love u veliko radi tečna mesa. U južnih krajevih drže divlju mačku kao osobitu poslasticu; oni ju tude love, pa ju dobro pitaju i onda zakolju. Isto tako rado jedu domaće parceve, koji sve vrve uz rieke i kanale. Po noći ih svietiljkami privabe i onda love.

Medju domaćimi životinjami, što ih Kinezi za hranu kolju, spomenuti nam je ponajprije psa. Oni ga pitaju svuda samo bilinskom hranom i to poglavito rižom. No najvažnija domaća životinja jest svakako svinja, koja se ovdje odlikuje svojim dugim i širokim tielom. Konj nije u Kini u velikoj cieni, jer ga mnogo neupotrebljuju, a uzrok tomu je taj, što Kina obiluje vodenimi putevi, pa što Kinezi nerado ratove vode. Ali zato su od veće vriednosti ovdje magarci i mule. Za obdjelavanje polja služi Kinezom najviše bivol, koji je bez dlake i crne kože. Goveda drže u Kini malo, ali zato više ovaca i koza. Od domaće peradi ima u Kini više vrsti kokoši, pataka i fazana. Od divlje peradi se osobito mnogo lovi divljih pataka i gusaka. Lov na tu divljač je vrlo jednostavan. Čovjek natakne na glavu šuplju bundevu, zarone u vodu, pa se tako dovuče do divljači, koju on onda za noge hvata i u vodu povlači. Riba ima po kinezkih vodah mnogo, pa se mnogo i jedu. Medju ribami spomena su vriedne zlatne ribice, koje se danas po cielom svietu umjetno uzgajaju. Napokon valja ovdje spomenuti još svilenu bubu, koju u Kini već od najstarije davnine uzgajaju. Kinezi nose rado svilu, pa nije kod njih ni skupa.

Kao što je životinjstvo, tako je ovdje i bilinstvo vrlo raznovrstno i bogato. U južnih krajevih rastu raznovrstne palme, smokve, krušno drveće i raznovrstno voće. Medju usjevnimi biljkami zauzimlje u Kini prvo mjesto riža, i iza nje dolaze žito, ječam, zob i proso, a uz to se u veliko uzgajaju sočivnice

i različito drugo povrtno bilje. Za svietsku trgovinu, koja u novije vrieme Kini mnogo unaša, od najveće je važnosti čaj.

Kina se nemože ni najmanje potužiti ni na svoje rudno bogatstvo. Koristne kovine se u Kini već od vajkada kopaju i izradjuju, a kameni ugljen, koji je u Kini na daleko razširen, upotrebljavao se je tude za gorivo mnogo prije nego u Europi.

Ovo naravno bogatstvo, kojim Kina obiluje, moralo je donieti svoje plodove. Velika množina koristnih životinja, koje je tude čovjek pripitomiti mogao, navela ga je na to, da se je stao baviti stočarstvom. U životu Kineza nalazimo na sve strane jasne tragove, koji dokazuju, da su Kinezi u prastaro doba bili pastirski, nomadski narod. Stočarstvo dovelo je Kineze na poljodjelstvo, i tim se otvoriše Kini vrata kulture. I u toj kulturi popela se je Kina dosta visoko i uplivala je na veliku množinu azijatskih naroda. Ta kultura ima za nas Europejce množinu zanimivih osebina, koje su se mogle razviti samo uz onu izključivost, koja je kod Kineza od uviek vladala.

Kinezi su srednjega stasa i nešto slabiji od Europejaca. Jabučice im stoje na licu visoko, nosa su malena i ponešto stisnuta. Koža im je žućkaste boje, a kosa crna. Brada kod mužkaraca je vrlo slaba, a po ostalom tielu neimaju nikakve dlake.

Odielo u Kineza sastoji od svile i od drugih lagljih i težjih tkanina. Na glavi nose lievku naličan šešir od bambusa ili od slame, a na noguh imadu svilene ili platnene cipele. Odielo je u žena samo zelene ili ružičaste boje, dočim je ono kod muževa modro ili crno, žuto odielo nosi samo carska obitelj i nitko drugi. Biela boja znači žalost. Kroj kod odiela ostaje uviek i uviek isti. Ljetno i zimsko odielo mienja se uviek pravilno. Ponajprije promieni odielo car i njegov dvor, zatim razni njegovi namjestnici i onda tek smije narod ostaviti n. pr. svoje ljetno odjelo i obući zimsko ili obratno.

Na čistoću svoga tiela Kinez mnogo nepazi. Odjeće sa sebe nikad nepere, a i sam se nikada nekupa, jer drži, da je kupanje škodljivo, a i bogovom neugodno. Mužkarci šišaju kosu na glavi do malena perčina, koji im na ledja pada. Odličan sviet ne-

običaje nikada rezati nokata na lievoj ruci, da tim pokaže, da neradi težke poslove. Od liepe kinezke žene zahtievaju, da imade jako malene noge, zato se djevojkam već od maloće noge vežu i stištu.

Kinezka kuća uredjena je uviek samo za jednu obitelj. Kuće su gradjene od pečenih opeka. Prozori su uviek okrenuti u dvorište, pa su obično obljepljeni papirom, a nikada nisu od stakla, premda je ono Kinezom poznato. Sobe su im više puta napunjene najukusnijim pokućtvom, na kom se vidi, da je kinezki obrt dobro razvijen.

Kinezi se hrane najviše bilinskom hranom, a poglavito rižom. Na rižu je Kinez tako priučen, da on misli, da se bez nje nebi dalo živiti. Pri životinjskoj hrani Kinez puno neizbira. Njemu se ništa negadi, on jede crve, pse, mačke, parcove i mnogi drugi gad, pred kojim bi nam se smučilo. Čudnovato je, da se u Kini vrlo riedko kada jede meso od goveda ili pije mlieko.

Kinez si gasi žedju čajem i rakijom od riže. Vode nepije niti siromašan sviet, jer ona se u mnogih krajevih upravo neda piti. Kina obiluje liepim grožđjem, ali nigdje neprave od njega vino. Već u prošlom stoljeću uvukao se u Kinu poguban običaj, pušiti sa duhanom opium, pa se on uz sve zabrane vladine sve više širi. Kao što u Indiji, tako i u Kini ubija opium moralno i materijalno narod, tako da on na očigled svakim danom sve više propada.

Kinez je radin poljodjelac, kako ga je riedko na svietu naći. Svaki i najmanji komadićak zemlje zna on obraditi. Pašnjaka nije nigdje viditi. Putevâ i cestâ pravi on što manje, samo da što više zemlje ostane za poljodjelstvo. Šetališta, javne vrtove, šumice drži Kinez za suvišne, jer to ništa nenosi. Silni kanali, koji zemlju prosjecaju, dovadjaju potrebitu vodu za naplovljivanje polja. Zemljište se pomno čisti od kamenja i korova i dobro gnoji. Do gnoja drži Kinez veoma mnogo. Kako se Kinez nebavi stočarstvom, to on skuplja vrlo raznovrstno gnojivo. On uzimlje čovječju pogan, odpadke od jela, čadju, nokte, kosu i

kosti, pa to dobro sa zemljom izmieša. Uz takvo gnojenje zna on svoju zemlju dobro izcrpiti. Tako mu riža obično daje dvie žetve, prvu u lipnju, a drugu u studenom. Iza druge žetve zasadi on preko zimskih mjeseci kelj i drugo povrtno bilje. Korun sadi on samo za strance, jer ga sam neće da jede. Polje obdjeluje plugom, koji je ali vrlo jednostavan, a vuče ga sam ili koja domaća životinja.

Kinez je veoma mirne i ozbiljne ćudi. Neima u njega nikakva zanosa i poleta, koji je potrebit za svaki plodonosni napredak u znanju čovječjem. Zato Kinez i nenapreduje. Kako je on živio prije tisuće godina, tako ga i danas nalazimo. Sa znanošću bavi se on samo u toliko, u koliko mu ona zasjeca u svakdanji život, a sve, što iznad toga stoji, to on drži za ludoriju. Kinez je vrlo uljudan i ugladjen, surovosti u njem neima, a do toga ga je dovela mirna ćud, dobar odgoj i velika marljivost.

Obitelj je u Kini temelj cielog državnog života. Ciela država je jedna velika obitelj, u kojoj je car pravi otac. Što je u državi car, to je u obitelji otac. Otac je neograničen gospodar svoje obitelji. On smije zločesto dielo bez ikakva straha pred kaznom smrću kazniti, jer je on u svojoj obitelji zastupnik carev. Djeca se počimlju veoma rano obučavati. Već u petoj godini stanu ih učiti čitati. Bogatiji drže za svoju diecu posebne učitelje, dočim siromašniji šilju djecu u javne škole. U većih gradovih, gdje ima puno radnika, imade javnih školah, u kojih se po noći obučava, da mogu i ona djeca, koja moraju po danu raditi, bar po noći nešto naučiti. Kako roditelji imadu u ruku cielu vlast nad svojom djecom, to je njihova dužnost, da od njih naprave čestite i valjane gradjane. Ako tkogod počini kakav zločin, to nebude samo on kažnjen, nego i njegovi rodidelji. Ako je zločin velik, onda padne kazna i na rodbinu i poglavarstvo. Krivca odsude na smrt, više činovnike poskidaju sa službe, a učenjake izključe od javnih izpita. Kao što su roditelji odgovorni za zle čine svoje djece, tako oni opet s druge strane dobivaju odlikovanja za zasluge svoje djece. Ako uzmemo

sve to u obzir, onda ćemo lahko razumjeti, kako da se Kinezi toliko brinu za dobar odgoj svoje djece. Zato je u Kini obća naobrazovanost dosta velika. Svaki pa i najprostiji i najneznatniji čovjek u Kini znade bar čitati i pisati.

Car je u državi otac cieloga naroda. Svatko ga štuje i ljubi kao svoga rodjenoga otca. U njemu Kinez nalazi svu dobrotu, on mu je najmudriji i najučeniji čovjek. U carevih ruku leži sva moć; njegova volja je svakomu sveta, jer je on namjestnik samoga neba. Car imenuje pred konac života svoga nasljednika, a može si izabrati kogagod hoće. Biva dakako najobičnije, da si car imenuje za nasljednika svoga sina, ali ima primjera, gdje je carem postao i siromašan čovjek; tako je car Šun bio siromašan seljak.

U Kini se mnogo štuje starost i izkustvo, a još većma znanje. Rod i bogatstvo neima ni izdaleka one vriednosti, što ga ima znanje. Samo znanjem moći je doći do službe, časti i odlikovanja. Znanje udara na čovjeka biljeg osobnoga plemstva. Nasljednoga plemstva Kinez nepozna. Najveći ugled u državi uživaju učenjaci, bili oni siromasi ili bogataši. Samo bogatstvo za sebe neima u družtvenom kinezkom životu nikakve prednosti. Do najviših časti i dostojanstva može se svaki popeti, a u tom leži glavno poticalo za naobraženjem.

Svi čestiti kinezki gradjani diele se u četiri razreda: u učenjake, poljodjelce, zanatlije i trgovce. Učenjaci sačinjavaju kinezko plemstvo; od njih postaju javni državni činovnici. O vriednosti njihovoj odlučuju strogi izpiti, koji započimlju u pučkoj školi, a završuju u carskoj palači u Pekingu. Za izpit se zahtjeva točno poznavanje ciele kinezke literature, a ta obuhvaća poglavito poviest, politiku, moral i zakonodavstvo. Najveća čast, koja se ovimi izpiti postigne, jest ta, da dobije naslov mandarina. Sa mandarini popunjuju sva činovnička mjesta u gradjanskoj kao i u vojničkoj službi.

Na čelu državne uprave stoji više ministarstva, najviše sudište i akademija znanosti. Zadaća akademije je u Kini veoma važna. Ona se imade baviti tumačenjem svetih knjiga,

sastavljanjem državnih spisa i službene povjestnice. Ona ima nadalje vrhovni nadzor nad svim učenjem i nad izpiti. Predsjednika i podpredsjednika imenuje car doživotno, a oni imadu čast svaki dan se pokloniti caru u njegovoj palači. Članovi akademije dolaze do najviših i najunosnijih časti.

Državni nadzor u zemlji jest veoma razgranjen, ali ipak u mnogom nesiguran. Najobičnija kazna za prestupke jesu batine, te od njih nije siguran niti najviši činovnik niti član carske kuće. Troškovi za državnu upravu podmiruju se porezom.

Najglavnije zanimanje Kineza leži, kako smo to već opomenuli, u poljodjelstvu. Uz poljodjelstvo nalazi se u mnogih krajevih znatan izvor za uzdržavanje još i u ribarstvu. Premda Kinez nevodi nikakva razkošna života, to se je ipak obrt u Kinezkoj digao do znatne visine. U kinezkom obrtu nalazimo mnoga iznašašća, za koja su u Europi mnogo kašnje doznali ili su ih morali po drugi put odkrivati. Medju najstarije kinezke obrte brojimo dobivanje i izradbu svile. Priča kinezka kaže, da je taj obrt pronašla žena cara Hoang-ti, pa kako narod smatra svilarstvo veoma važnim, to ju on štuje kao kakvu božicu, a carica joj mora svake godine žrtve prikazivati. Isto tako spada porculan, o kom će biti govora u drugom svezku ove knjige, medju najstarija iznašašća kinezkoga obrta. Još se i danas može kinezki porculan natjecati sa najboljim francuzkim porculanom. Europejci su dugo poznavali kinezki porculan, ali nisu nikako mogli doznati, kako se on pravi. Tek godine 1706. nadje posve slučajno jedan alkemista sredstvo, kako je moći porculan praviti. U polaštenoj, lakiranoj robi neima još ni danas premca Kinezu. Dobivanje i izradjivanje zlata, srebra, bakra, železa i drugih koristnih kovina bilo je u Kini poznato već u najdavnijoj prošlosti. Sa proizvadjanjem papira i tinte bavili su se Kinezi već odavna. Medju najznamenitija i najvažnija iznašašća novijega vremena u Europi spadaju nedvojbeno tisak i puščani prah, a jedno i drugo poznavahu Kinezi prije od nas, a da u Europi nitko ni znao nije o tom, nego su kod nas morali ljudi tisak i prah tek samostalno iznaći. Tiskarstvo je u

Kini starije od tisuć godina, no ipak nije ono dalje došlo, nego da upotrebljuje pri tisku drvene ploče, čemu je ali najviše bila kriva narav kinezkoga jezika. I puščani prah je u Kini veoma star, no Kinezi sami nedodjoše nikada na to, da ga upotrebe za ubojno oružje. Najvažniju porabu imao je puščani prah kod njih za vatromete.

Čovjek bi mislio, da će Kina uza svoje veliko bogatstvo i znamenit obrt imati i veliku trgovinu. Sva trgovina skoro ostala je kopnena, a do poveće prekomorske trgovine nije Kinez ni došao. Kinezi su bili zločesti brodograditelji, pa se na svojih težkih brodovih nisu daleko od obale udaljivali. Ovdje moramo spomenuti jedno važno kinezko iznašašće, koje je stvorilo u Europi u pomorskom brodarstvu upravo novi viek. Bila je to magnetična igla. Kinezi poznavahu magnetičnu iglu i njena svojstva bar tisuću godina prije nego u Europi, pa ipak nedodjoše na to, da ju upotrebe na brodu kao kompas. Novac u trgovačkom prometu jest kod Kineza papirnat ili kovan. Kovani novac jest četverouglast, ima u sredini luknju, da ga je moći na uže nanizati, a sastoji od smjese bakra sa tutijom uz nešto olova. Srebro se nekuje u novac, nego se promiće u komadih, koji se na vagi mjere. Zato ima svaki trgovac uza se malenu vagu od slonove kosti, da si može dobiveno srebro odmah izmjeriti. Trgovina, što ju Europejci u Kinu uvedoše, nije takodjer velika. U Kinu uvažaju najviše rižu, dočim europejske obrtnine neće nikako da omile Kinezom. Za izvoz u svjetsku trgovinu od najveće važnosti jest čaj, koji se u Kini u veliko uzgaja. Šteta je samo, da Kinezi dva put toliko izdadu za uveženi opium, koliko dobivaju za izveženi čaj.

Po svemu tomu, što smo dosada naveli, ako nam se i pričinja cieli kinezki napredak njekako osobit i neobičan, to ipak moramo priznati, da je on u svom pravcu došao do znatne visine, pa da Kineze moramo ubrajati medju znamenitije kulturne narode. Osim spomenuta obrta, trgovine i poljodjelstva moramo kao znak kulture navesti i kinezku književnost.

Pismo kod Kineza poznato je već od najstarijih davnina,

a spomenuli smo već, da je tiskarstvo u Kini preko tisuću godina staro. U Kini se mnogo piše i tiska. No u cieloj književnosti ima znatnija množina knjiga, koje tvore tako rekuć cviet kinezke književnosti, pa koje smatraju kao temelj svakomu klasičnomu naobraženju. Na čelu te uzorne književnosti stoje knjige, koje sačinjavaju neku vrst svetoga pisma. Prvih pet knjiga opisuju život i djela pojedinih vladara, običaje i načela starih Kineza, te napokon obrede i zakone, koji se tiču javne službe božje. Ostale knjige kinezkoga svetoga pisma bave se poglavito tumačenjem prvašnjih pet knjiga, davajuć naputke za mudar i čestit život. Najznamenitije knjige u kinezkoj književnosti su svakako povjestničke. One se odlikuju dosta velikom točnošću i vjernošću, te uživaju u pučanstvu najveći ugled, jer se malo gdje ljudi tolikim ponosom i poštovanjem sjećaju svojih predja kao u Kini. Uz povjestničke knjige nalazimo znatnu množinu zemljopisnih, statističkih, prirodopisnih, medicinskih, filologičkih djela, a u zabavnoj književnosti stoji najbolje razvijena drama i roman.

Kako je obsežna i raznolična kinezka književnost, to se ona neda ni iz daleka prispodobiti sa našom znanstvenom književnosti. Kinez neima o pravoj temeljitoj znanosti ni pojma. Njega zanimaju samo praktične strane čovječjega života, a sve što prelazi preko toga, zato on neima smisla. A mi dobro znamo, da su sva novovjeka iznašašća, zasjecala ona u praktični život ili ne, postala na čvrstom temelju znanstvena iztraživanja. Prirodu smatra Kinez kao kravu muzaru, a nikada mu nije palo na pamet, da ide proučavati njene zakone, da pravi pokuse, kako se je to u Europi činilo, pa tim i došlo do današnjega napredka. To za njega neima svrhe. Do svojih iznašašća došao je Kinez svojom okretnošću i ručnom vještinom, radeć, da si predmete učini što prikladnijimi za svoje poslove. Nijedno to iznašašće nije plodom znanstvenoga iztraživanja, pa zato i vidimo, da se od najvećeg diela tih iznašašća nije znao Kinez onako okoristiti, koliko to učiniše kašnje u Europi.

Vriedno je spomenuti, da su Kinezi izumili očale, a da nisu imali ni pojma o optici (nauka o svjetlu). Pravili su ih

od prozirna kremena, pa ih nespretno privezali na užeta, na kojih su visili maleni utezi, te ih onda za uši objesili. Iz astronomije naučili su oni nešto od Arapa. U matematici vrlo im je neznatno znanje.

Kinezka kemija nerazlikuje se mnogo od one, što smo ju mi imali u srednjem vieku, kada je ciela kemija išla za tim, da nadje sredstvo, kako će se moći proste kovine pretvarati u zlato. Prirodne znanosti njegovali su Kinezi samo u toliko, u koliko su one služile medicini. U anatomiji nisu Kinezi imali nikakova znanja, jer je sve do novijega vremena bilo zabranjeno čovječje lješine parati. Da čovjek postane lječnikom u Kini, netreba nikakva posebna predznanja, nego mora samo otići starijem liečniku, da se kod njega uputi u razne tajne i izvježba u njekih vještinah.

Da nadopunimo ovu sliku o kulturnom životu Kineza, spomenuti ćemo još dvie tri i o njihovoj vjeri i o jeziku.

U Kinezkoj neima državne vjere, dozvoljena je tu svaka javna vjera. Kršćanstvo netrpi vlada poglavito radi toga, što se nasljednikom naše vjere podjeljuju sakramenti, kao da bi se tim primali u kakovo tajno družtvo. Stara narodna vjera, kako ju opisuju svete knjige, jest šamanska, t. j. obožavanje svih važnijih predmeta na nebu i zemlji. Cielu prirodu oživljuju duhovi, kojim mora čovjek da žrtvuje. Nebo i zemlja su stvoritelji svega. Na nebu se nalaze viši duhovi, a to su sunce, mjesec i zviezde, a na zemlji su niži duhovi, kao što su duhovi gora, mora, rieka, zdenaca, za tim duhovi države, poljodjelstva, kuće, duhovi umrlih, a osobito duhovi starih careva i raznih obretnika važnih predmeta.

Narodna vjera nepozna svećenika, niti hramova niti kipova. Duhovom se moli i žrtvuje u otvorenoj prirodi. Višim duhovom smije žrtvovati samo car, a nižim njegovi činovnici, dočim otac smije žrtvovati samo domaćim duhovom. Predmet za žrtvu mora svatko sam svojim trudom privrediti. Tako mora car sam uzorati polje, kojega će žrtvu doprinieti, a carica mora sama za žrtvu prirediti si svilu.

Narodnu ovu vjeru reformirao je donjekle Konfucius (Kung-fu-tse od god. 549. do 477. prije Krsta), te je ona najpretežnija u Kini. Konfuciusa štuju kao najsvetijeg učitelja iz starih vremena. Sam on naučao je, kako će država, obitelj i pojedinac sretno uspjevati. O božanstvu i o drugom životu nije nikada ništa naučao.

Uz ovu vjeru razširila se je kod prostoga naroda vjera, što ju je stvorio Lao-tse. On je naučao, da se sve nevolje čovječje dadu samo tako odstraniti, ako se tielo na sve moguće načine trapi. Medju prostim pukom vlada još jedna treća vjera, a to je budhizam, koji je ali indijskog poriekla.

Kinezi neimaju nedjelja ili drugih kakovih dana, kada nebi smjeli raditi, a svečanosti, koje cieli narod slavi, imadu u svem četiri, a to je svetkovanje nove godine, proljeća, svečanost svietiljka i pokojnika.

Kinezki jezik sastoji skroz od jednoslovčanih rieči, koje nemienjaju svoga oblika, kako je to kod naših jezika. Ono, što mi postigavamo mienjanjem rieči, postigavaju oni stanovitim položajem rieči u izreci. Finiji mandarinski jezik sastoji od jedno 450 jednoslovčanih rieči. Kao osebnost kinezkog jezika spomenuti je to, da pojedine rieči imadu mnogo vrlo različitih značenja. Tako znači rieč: tscheu brod, veliku vodu, brblanje, titranje plamena, rudu u kolih, strielu, perje, svilen pokrivač, jednu biljku, jednu vrst ribe i jednu pasminu konja. U izreci dobije rieč od obližnjih rieči svoje sigurno značenje, da nemože pometnje biti. U pismu opet ima svako značenje rieči svoje posebne znakove. Pismo kinezko sastoji od znakova, koji imadu donekle predstavljati sliku za znamenovanje dotične rieči. Ciela slovnica kinezkoga jezika sastoji u tom, da opredieli kako se imadu rieči poredati u izreci, da se tim dade sigurno značenje svakoj rieči.

Crtice o razvoju našega znanja.

Stari vek: Grčki filosofi. — Arhimedova odkrića. — Optika kod Grka. — Astronomija u starom vieku. — Srednji vek: Proučavanje starih spisa. — Astrologija. — Alkemija. — Praktički izumi, papir, tisak, puščani prah, busola itd. — Seobe naroda — Ratovi. — Kužne bolesti. — Naobraženje u srednjem vieku. — Novi vek: Astronomija. — Ure. — Dalekozori. — Mehanika i hidrostatika. — Razvoj optike. — Nauka o toplini i pari. — Munjina i magnetizam.

Prve početke i prve zametke našega napredka, koji nas je digao do ugledne visine, nalazimo u starom vieku u Grčkoj. Neima dvojbe, da su obližnji kulturni narodi iz Afrike i Azije već donekle bili pripravili tlo u Grčkoj, gdje je onda umni grčki narod odgojio prvu biljku svoga uma. Mladjahni i poletni duh grčki, ako i nije pošao upravo najsretnijim putem, što nije u prvom mahu bilo ni očekivati, to se je on ipak odmah digao do visine, koju nije dotle dosegnuo nijedan drugi kulturni narod.

Ponajglavniji temelj našega znanja i napredka leži u proučavanju prirode. Živi duh grčkoga naroda bio je od naravi sklon, da proučava pojave u prirodi, pa da im uzroke i zakone pronadje. Grčki narod znao je štovati i cieniti pojedine takove ljude, koji su se odlikovali iztraživanjem prirode, pa ih je nazvao mudraci, sofoi, no ti si izabraše prikladnije a i čednije ime i prozvaše se prijatelji mudrosti ili filosofi.

Grčki filosofi nisu imali nikakva izkustva kako ga mi danas imamo, da su znali kojim putem valja prirodne pojave proučavati, pa kako lahko može zaći čovječji um u stranputice, sa kojih se tako lahko nevraća. Pa zato i vidimo, da su oni u svom prvom poletu htjeli odmah prodrieti u najveće dubljine

prirodnih zakona. Oni htjedoše odmah odkriti porieklo svemira i temeljne mu sastavine, tražiše izvor svemu svietu sad u vodi, sad u vatri ili zraku, pa tim zadjoše od pravoga puta. Bila je to najglavnija pogrieška grčkih filosofa, ali pogrieška, koju im nesmijemo zamjeriti. Trebalo je duge muke i nauke, dok je čovjek vremenom došao do toga spoznanja, da je moći zaviriti u prirodne tajne samo onda, ako ide polagano i korak po korak proučavati jedan prirodni pojav za drugim. Druga pogrieška grčkih filosofa pri iztraživanju prirode bila je ta, što su oni htjeli po značenju rieči da shvate predmet, što ga dotična rieč označuje, mjesto da idu predmet sam iztraživati. I razne grčke filosofičke škole neodkriše niti jednoga obćenitijega prirodnoga zakona, niti protumačiše koji pojav u prirodi.

No cielokupni pravac pri iztraživanju prirode znao je kod Grka gdješto poći i sretnijim putem. Ljudi, koji su se bavili matematičkimi znanostmi, gradili su na sigurnijem temelju i stvorili tako prve zametke pravoj znanosti.

Medju prirodnimi znanostmi bili su u prvom redu zakoni o ravnovjesju krutih i tekućih tjelesa, što su ih već Grci bili upoznali. Archimedes, jedan od najznamenitijih starih grčkih učenjaka, odkrio je i ustanovio dotične zakone. U ravnovjesju krutih tjelesa (mehanika) imao je Arhimedes jasne pojmove o polugi, težištu i pritisku krutih tjelesa. Pri ravnovjesju tekućina riešio je Arhimedes temeljne zakone, na kojih mi još danas gradimo. Samo da spomenemo ovdje jedan zakon, koji nazivlju Arhimedov zakon, pa koji nam tumači, kako mogu željezni brodovi na vodi da plivaju, ili težki zrakoplovi da se u vis dižu. Zakon je to, kojega čovjek u mnogih grana znanosti i obrta nesmije s uma da smetne, jer mu on svaki čas na put staje, tako da s njim mora računati. Biti će o njem pri zrakoplovu još govora.

Arhimedova odkrića nisu obsegom velika, ali su po svojoj vriednosti od velike znamenitosti. Ona nam pokazuju u kulturnoj povjesti čovječjega rada po prvi put pravu onu stazu, kojom je čovječanstvo imalo poći. Ali dogodi se čudnovat

pojav. Staza ova, kojom je pošao Arhimedes, ostala je skoro kroz pune dvie tisuće godine pusta. Arhimedova odkrića nije nitko sve do Galilejevih vremena uzgajao, niti ih za korak unapredio. Nu o tom počinku u znanosti biti će kašnje još govora.

I u optici (u nauci o svjetlu) učiniše Grci već prve korake, koji nam pokazuju, koliko je u njih bilo sposobnosti za točno motrenje i proučavanje prirode. Oni su znali, da se traci svjetla šire u ravnom pravcu, pa da se ti traci od zrcala i sličnih predmeta pod istim kutom odbijaju, u kom na zrcalo upadaju. No vrlo čudnovate pojmove imadoše oni o vidu. Euklid i neki drugi filosofi su tvrdili, da čovjek predmete tako vidi, što od očiju idu traci svjetla do predmeta, a ne da bi svjetlo od predmeta do očiju išlo. Vid su si oni po prilici takav predstavljali, kao kad čovjek po noći prsti opipava. Kada čovjek metne iglu sasvim blizu oka, onda ju on nevidi, a bilo je to po njihovu mnienju zato, što traci svjetla neizlaze iz oka odveć na gusto. Krivi ovi nazori Euklidove škole nebi bili ni najmanje priečili razvoj optike, da nisu grčki filosofi i ovdje stali odmah tražiti zadnji uzrok svjetlu i vidu, pa tako odveli čovjeka od pravoga puta iztraživanja na stranputicu.

Medju prirodnimi naukami učinila je u starom vieku najveći napredak astronomija. Sunce, mjesec i zviezdano nebo od uviek su medju svimi prirodnimi pojavi najviše čovjeka zanimali, pa ga na iztraživanje poticali. Na nebu vidjaju se danomice i godimice promiene, kojim je čovjek želio u trag ući, čim je stao samostalnije misliti. Pri proučavanju astronomičkih pojava upućen je čovjek na točno motrenje i zapažanje, te se pri tom stao priučavati onomu najglavnijemu uvjetu, o kom ovisi svaki napredak prirodnih znanosti.

Kod svih naroda staroga vieka, gdje su se pojavili prvi tragovi kulture, tu svuda nalazimo već i neku množinu astronomičkoga znanja. Pravilno mienjanje godišnjih doba stvorilo je kod svih naroda pojam godine. No da se točno opredieli duljina godine, trebalo je već točna višegodišnja zapažanja. I mi nalazimo kod svih kulturnih naroda staroga vieka, da

su znali, da godina ima 365 dana i 6 sati. Znali su zato Meksikanci, Peruanci, Perzijanci, Kinezi, Indijci, Egipćani, pa su svi ti narodi onih šest sati na različite načine u računanje umitali. Grci nadjoše to već gotovo. I najglavnije planete našega sunčanoga sustava poznavahu već u najdavnijoj prošlosti razni kulturni narodi. Isto tako bijahu dobro poznate pomrčine, a stari Kaldejci i Kinezi znali su ih već točno unaprvo proreći. Kao najznamenitiji napredak u starom vieku valja nam spomenuti to, što upoznaše, da je naša zemlja kruglja, koja u svemiru lebdi. Vele, da je tu misao prvi zamislio Grk Anaksimandar, no za Aristotelesa (rodj. god. 384. prije Krsta) se znade, da ju je on javno izrekao i dokazao. Najglavnija pogrieška, što nam ju Grci ostaviše, bila je ta, što su mislili, da naša zemlja stoji nepomično u sredini svieta, a oko nje da se okreće sunce, mjesec i sve zviezde. Prama tomu stvoriše oni cieli sustav za gibanje nebeskih tjelesa. Ako taj sustav i nije odgovarao istini, to je on ipak bio sasvim točan i vrlo oštroumno sastavljen.

U ostalih prirodnih znanostih, — izuzam zoologije i botanike, o kojih nemože u ovoj knjizi biti govora, — neučiniše u starom vieku skoro nikakva važnijeg napredka, a kako vidismo pri onom, što se je učinilo, imadoše Grci najviše zasluga. Stari Rimljani znali su samo oponašati Grke, ali sami neznadoše znanosti upravo ništa koristiti.

Sa Grci usnuo je u srednjem vieku i svaki napredak u znanosti. Kroz stotine i stotine godina vladala je u Europi tmina, koju si čovjek nije znao razpršiti. Ono živo vrelo napredka, što ga Grci odkriše, presahnulo najednom. Onaj polet, ona samostalnost, što ju kod Grka nalazimo, izčeznu na viekove.

Jasni pojmovi o temeljitih zakonih Archimedovih pomrsiše se u srednjem vieku posve, pa se ljudi nepomakoše niti za korak naprvo. I u astronomiji pomrsiše si ljudi srednjeka vieka pojmove na toliko, da je ona počela upravo nazadovati. Mnogi pisci srednjega vieka stadoše izsmjehavati temeljno mnienje grčke astronomije, da je zemlja okrugla, jer da je to ludorija

pomisliti, da bi na protivnoj strani od nas mogli ljudi od zemlje visiti. Znali su tako pisati uglednici u znanosti i u crkvi. Prirodne znanosti izgubiše u srednjem vieku svaki ugled. Mnogi kršćanski pisci branili su upravo ljudem baviti se iztraživanjem prirode, jer da u tom leži taština čovječja, koje se valja kaniti.

Kako ljudi srednjega vieka nisu znali sami naprvo koracati, to je ipak bilo med njimi mnogo ih, koju su shvaćali visoku vriednost starih grčkih umnika, pa se stali sliepo oslanjati na njihov ugled. Oni stadoše proučavati stare pisce, pa tražiše svako znanje i mudrost samo u njihovih knjigah. Oni nehtjedoše više prirodu u prirodi proučavati, nego ju tražiše u starih knjiga. I tako nalazimo taj neobični pojav, da je najveći dio učenih glava srednjega vieka tražio najveću mudrost u proučavanju, razlaganju i tumačenju starih glasovitih spisa. Duh taj zavladao je na toliko u srednjem vieku, da bi on već sam bio u stanju zapriečiti svaki napredak. Držalo se je, kao da su Grci već bili sve tajne prirode odkrili i sve znanje čovječje u svoje knjige spisali, pa da čovjeku netreba ništa drugo, nego duhom proniknuti te knjige, pa će iz njih sve naučiti, što u obće umrli čovjek samo postići može. Stari grčki pisci bili su u srednjem vieku na veliku ugledu, a med svimi najviše opet Aristoteles. U desetom i jedanajstom stoljeću došao je ugled taj do takve visine, da mu nisu mogle niti crkvene bule niti prietnje prokletstva naškoditi, pa je napokon to tako daleko došlo, da su profesori na visokih školah pri nastupu svoje službe morali položiti zakletvu, da se pri svom predavanju neće nikada odaljiti niti od evangjelja niti od Aristotelovih spisa. Još prama koncu šestnajstoga vieka svaki je zlo prošao, tko bi se usudio štogod proti Aristotelovu ugledu reći. Da spomenemo jedan drastičan primjer: Petar Remus († 1572.) rekao je jednom u svom predavanju na sveučilištu u Parizu, da je jedno mnienje grčkih filosofa krivo, pa to je pobunilo ne samo cielu školu, nego i cieli Pariz. Sam parlamenat zauzeo se za stvar. Remus bude odpušten, kralj zabranio sve njegove spise i on se morade bjegom iz Pariza spasiti. Nekoliko godina kasnije dovukao se je za

vrieme kuge opet u Pariz, te nastavio svoja predavanja, no kada je stao opet svoje novotarije uvadjati, otjeraše ga batinami i kamenjem iz škole. On se nesmjede više na ulici pokazati, dok ga napokon iz potaje neubiše.

Nesamostalnost čovječjega duha izrodila se u srednjem vieku u neobičnu bolest. Čovjek je u svem stao tražiti vrhunaravne tajinstvene sile, pa je i u istinu tu vrhunaravnu tajinstvenost našao u svih granah čovječjega znanja. U samom suhom računstvu našao je, kako pojedini brojevi znamenuju različita svojstva, kako oni zastupaju ovu ili onu silu u naravi ili koje božanstvo. Astronomija morala je služiti astrologiji, jer je čovječja mašta našla, da je sudbina ljudska ovisna o uplivu nebeskih tjelesa. Proricanje sudbine i budućnosti po planetih začelo je već u starom vieku. Ali bistri Grci i Rimljani opirali su se tomu velikom silom, pače iz rimske države su znali po više puta sve astrologe izagnati. No u srednjem vieku stalo se ovo zviezdoznanačko gatanje sve više dizati, tako da su unj vjerovale i najotvorenije glave, pa to je trajalo sve dotle, dok nije novovjeka znanost razpršila tu tmicu praznovjerja. Mnogi glasoviti astronomi, koji su upravo stvorili novovjeku astronomiju, nemogoše se još nikako otresti toga praznovjerja, tako se ono bilo u družtvu ugnjezdilo.

Vrhunaravna tajinstvenost razširila se i zahvatila korenje još u drugoj znanosti, i to u kemiji. Struja ova poznata je pod imenom alkemije. Ciela težnja alkemista išla je za tim, nebi li se pronašlo sredstvo, kojim bi se mogle proste kovine pretvarati u srebro i u zlato. Stotine i stotine darovitih glava utuklo je cieli svoj život, tražeć „kamen mudraca“, kojim će proste kovine u zlato pretvarati. Čovječji duh je bludio kroz stoljeća za umišljenim ciljem, dok mu napokon u prošlom stoljeću nije positivna znanost izvukla izpod nogu svako uporište. Sama alkemija je bila zabluda, kakve čovjek nenalazi lahko u povjesti čovječje kulture, pa ipak je ona i nehotice urodila dobrim plodom. Ona je odkrila mnoga kemička počela a i pripravljala put znanstvenoj kemiji.

Krivo bi učinili, kada bi ovim završili opis srednjega vieka, pa kada bi htjeli pri njem zamučati i sakriti onaj napredak, koji nam je kasnije mnogo koristio i puno doprineo našem brzom razvoju. U srednjem vieku imamo zabilježiti znatan broj veoma važnih odkrića i izumâ, o kojih će većim dielom u ovoj i u sliedećoj knjizi biti govora. Spomenuti ćemo ovdje samo najvažnija iznašašća, koja su po kulturni razvoj čovjeka postala od važnosti.

Pravljenje papira razvilo se je i usavršilo veoma znamenito u srednjem vieku. Spomenuli smo već jednom, da su papir izumili Kinezi. Iz Kine razširio se papir na zapad, te došao medju Arape. Arapi ga prenesoše u Europu, gdje se je onda u srednjem vieku obrt u pravljenju papira najljepše razvio. U dvanajstom i trinajstom vieku nalazimo već liepo razvijene tvornice papira. Oko god. 1450. izumi Ivan Gutenberg tisak sa pomičnimi slovi. Bilo bi suvišno ovdje izticati neizmjernu važnost tiska po kulturni napredak čovječji, samo ćemo spomenuti, da nije prošlo ni deset godina iza izumića tiska, pa su bile već po svih važnijih gradovih srednje Europe uredjene tiskare. U isto po prilici vrieme sa tiskom izumiše i bakroreze; bar iz te dobe imamo sačuvane prve bakroreze.

Srednjem vieku imamo nadalje zahvaliti puščani prah, o kom smo takodjer već spomenuli, da su ga davno prije toga bili Kinezi izumili. Godine 1214. spominje ga kod nas po prvi put Roger Baco, a oko god. 1320. čini se, kao da je Berthold Schwarz upoznao njegovu snagu, koja bi se mogla za strielivo upotrebiti. U srednjem vieku učiniše silne napredke u staklarstvu i u pravljenju čelika. U polovini dvanaestoga stoljeća upoznaše se Europejci s kompasom, te ga uvedoše u brodarstvo i tim dadoše svomu prometu posve nov pravac. U trinaestom stoljeću pravili su očale i pojedina povećala stakla, dočim mikroskope i teleskope izumiše tek oko 1550. Ako spomenemo još, da u srednji vieк padaju najznamenitija putovanja i odkrića novog svieta (Kolumbo god. 1492., Vasco di Gama 1498. itd.), pa da je nadalje graditeljstvo u srednjem vieku bilo u najljepšem cvietu,

onda smo iztaknuli najznamenitije zasluge srednjega vieka po napredak čovječji.

No progledamo li redom sva ta vriedna i krasna izumića srednjega vieka, to ćemo se lahko osvjedočiti, da ona nemogu da izbrišu onu tamnu sliku, što smo ju malo prije o srednjem vieku nacrtali. Sva ova izumića proizvodom su samo čovječje vještine i mehanična rada, a nije ih stvorila znanost. Mi mnoga ova iznašašća nalazimo i kod Kineza, gdje o pravom, čistom znanstvenom iztraživanju nikad ni traga nije bilo. Time se ni iz daleka neumanjiva vriednost i važnost ovih izumâ, nasuprot oni su postali po razvoj duševnoga napredka od najveće probiti, jer ih je čovjek umio upotrebiti kao sredstvo za svoj duševni razvoj. Upravo u tom leži premoć pravoga kulturnoga čovjeka, što je on znao iz praktičnih izuma crpiti moralnu korist; premoć je to, koja je n. pr. kod Kineza uviek manjkala, te radi čega se oni nikada neuzdigoše nad materijalne potrebe svakdanjega života.

O srednjem vieku nesmijemo dakle reći, da u njem nije bilo dara za praktične vještine, za umjetnost i za izumića, da je čovjek bio duševno siromašniji od onoga u starom vieku, ako baš i nije u znanosti skoro ništa napredovao. Vrlo mučan bi posao bio, kada bi htjeli odkriti sve one najvažnije razloge, radi kojih je čovjek na jedan put bio u svom duševnom napredku zapeo. Neima dvojbe, da su ti uzroci ležali u vanjskih odnošajih, u kojih je čovjek onda živio. Mi smo vidili, da je čovjeka kroz cieli srednji viek u napredku priečila njegova nesamostalnost duha, sliepo oponašanje Grka i silno praznovjerje, no da je čovjek do toga stanja došao, moralo je biti vanjskih uzroka. I u istinu zabilježila nam je poviest nekoliko takvih uzroka, koji nam mogu već dovoljno razjasniti žalostne odnošaje, koji su zaustavljali duševni napredak čovjeka.

U prvom redu spomenuti nam je ovdje razne seobe naroda, koje su u srednjem vieku uzvitlale malne cielu Europu, te uništile mladu klicu europejske kulture. Seoba naroda započe oko god. 375. poslije Krsta, kada su stali Huni i razni drugi

divlji narodi iz Azije u Europu prodirati i rušiti kraljevine i države. Divlji čopori poplaviše mirne i sretne zemlje kao bujica, pa ostaviše iza sebe golu i groznu pustoš. Gdjekoje zemlje bile su tako nesretne, da ih je po više takovih bujica poplavilo. Silni plod čovječjega truda propade iznenada, na milijune ljudi izgubilo je u neprestanoj borbi glavu. Bile su to za Europu duboke rane, kojim je dugo trebalo, dok su zacjelile. Upravo ciela stoljeća morali su pojedini narodi stojati uviek na oružju, da se obrane od divljih napadaja. O prometu i trgovini uz takve odnošaje nije moglo dugo biti govora. Bogatstvo, taj glavni uvjet duševnoga napredka, bilo je poglavito u rukuh plemstva, no plemstvo je to bilo u neprestanom ratovanju. Nisu doduše ti odnošaji vladali kroz cieli srednji viek, ali oni ostaviše još dugo iza sebe vidljivih posljedica. Oni su jednom pretrgnuli nit našeg duševnog napredka, pa je dugo trebalo, dok se je ona stala opet na novo izpredati.

Izim seobe naroda, koja je kroz tri puna stoljeća razdirala Europu, bjesnili su u srednjem vieku neprestani r a t o v i. Na to su se pridružile još i križarske vojne, koje su u dvanajstom i trinajstom stoljeću cieli kršćanski sviet u Europi uznemirile, tako da se je cielo ljudsko zanimanje oko njih vrtilo.

Mnogo ratovanje i veliko siromaštvo srednjega vieka imalo je još i druge posliedice. Bile su to užasne b o l e s t i, koje su sviet nemilice harale. Kratak pregled ovih nevolja najbolje će nam protumačiti duševni nerad srednjega vieka.

Godine 542. poslije Krsta pojavila se u Egiptu nemila kuga, koja se je za kratko vrieme po Europi, Aziji i Africi razširila. Carigrad skoro da je sasvim opustio; mrtvaci ležahu po ulicah i po pustih kućah, pa se je težko našlo ljudi, koji bi ih u more pobacali. Europa nije onda imala ni iz daleka onakvih sredstva, kakvih danas imamo, da se zaprieči širenje pošasti. Kako je uz to sviet bio pun praznovjerja, a liečnička znanost skoro nikakva, to nije čudo, da je kuga bjesnila kroz 52 godine po svih zemljah byzantinskoga carstva. U Carigradu je kroz tri mjeseca dan na dan po pet i napokon po deset

tisuća ljudi poumiralo. Mnogi gradovi na iztoku opustiše, a u Italiji propadali su usjevi i vinogradi, jer nije bilo radnika. Godine 746. izumro je od kuge Carigrad skoro sasvim. Godine 996. pojavila se u Europi po prvi put bolest s v e t a v a t r a, od koje su se naglo upalili nutrnji organi i odmah propali, a pojedina uda znala bi od nje poodpodati. Godine 1060. iza velike gladi pojavila se druga jedna kužna bolest, te je bjesnila u srednjoj Europi kroz sedam godina i utamanila trećinu stanovničtva. Ljudi u najvećem strahu očekivahu konac svieta, a to se opetovalo god. 1092., a još gorje god. 1100., kada je u Jeruzolimu danomice po 3000 ljudi umiralo. Od križarske vojske propalo je u dva mjeseca 200.000 ljudi, a četa od 15.000 ljudi, što su ih iz Europe nekoliko mjeseci kašnje u pomoć priposlali, propade od kuge upravo sasvim. Antiochija je tom zgodom sasvim izumrla.

God. 1200. pojavila se iztočna kuga neobičnim užasom. U Egiptu propade preko milijun ljudi, tako da su Nilom plivale silne lješine. God. 1248. pojavi se u Europi prvi put bolest nazvana: skorbut, a križari kao da su ju donesli iz Egipta. Ljudem bi meso na udih otvrdnulo, pa onda stalo brzo trunuti. Godine 1310. navali iza ljute zime opet kuga, koja se je po cieloj Europi razširila i biesnila kroz sedam godina. U srednjoj Europi mnogi su gradovi posve izumrli. Ljudi su ostavljali polja neobradjena, a po cestah si na sve strane vidjao gnjile lješine. Kugi uzastopce sliedila silna nevolja i glad. Mnogi, koje je kuga poštedila, postradao je od gladi, koji je najvjerniji pratilac svake kuge.

Na to se pojavi godine 1347. najužasnija kuga, koja je ostala ljudem dugo u pameti pod imenom: „crne smrti, crne kuge“. Došla je ona iz sjevero-iztočne Azije, pa se za kratko vrieme razširila po cieloj Europi. Prve godine bjesnila je ona samo uz morske obale, no druge godine prodrla je ona u kopno, pa joj je sve, na što je navalila, čovjek i životinja, podleglo. Lješine za kratko vrieme pocrniše, a odtale dobi i ime. Ona unese medju ljudstvo najveću nesreću, sve obiteljske veze se

razkidoše; djeca su bježala od svojih roditelja, muž od žene. Polja su ostala neobradjena, a domaće životinje su stale podivljavati. Čovječanstvo, čini se, da nije nikada veća nesreća postigla od ove. Europa, Azija i Afrika bile su otvoren grob, u koji su lješine kao muhe padale. Nije bilo zemlje, ni sela, odkle nije ona svoje žrtve pobrala. Selila se od države do države i bjesnila tako punih petdeset godina. Nezna se, što je više poumiralo, sirotinje ili plemstva, a od okrunjenih glava pogine car Simeon u Moskvi, Andronik u Carigradu, portugalska kraljica Ivana, španjolski kralj Alfonso XI.; mnogi gradovi na iztoku ostadoše posve prazni. U Londonu je od kuge umrlo 80.000, u Parizu 100.000, u Florenci 90.000 ljudi. U Beču je u prvoj polovici god. 1349. umiralo na dan po 700 do 800, a jedan put i 1400 ljudi.

Znatnijih kuga bilo je još godinâ: 1431., 1482., 1556., 1574., 1647., 1680. i 1713. i onda još kolera god. 1830.

Kada nebi u cielom srednjem vieku bilo drugih neprilika, to bi već ove same bolesti i pošasti opravdale duševnu tromost i praznovjerje te dobe. Sviet, koji je toliko straha i nevolje pretrpio, nije mogao misliti na znanstveni rad. Znanje i naobraženje je u srednjem vieku u istinu bilo veoma kukavno. Ono malo knjiga, što ih je srednji viek imao, bilo je ponajviše na pergamentu napisano. Vrlo često se je dogadjalo, da su radi štednje i znamenite spise sa pergamenta ostrugali, da nešto nova napišu. Od sedmoga do jedanaestoga stoljeća bile su knjige tako riedke i skupe, da ima primjera, gdje su za jednu knjigu platili 200 ovaca i množinu žita. U jedanaestom stoljeću počeše praviti papir od prtenine i od te dobe počeše se stvari na bolje obraćati. Uz ovakovu riedkost knjiga nije čudo, što su bili veoma riedki ljudi, koji su znali čitati i pisati. Do jedanaestoga stoljeća se je dogadjalo, da je bilo visokih dostojanstvenika, vojskovodja, a i kraljeva i careva, koji nisu znali niti svoga imena podpisati. Nu od jedanaestoga stoljeća uzmu stvari bolji novi mah, a prama koncu srednjega vieka pojaviše se važni izumi, koje je čovjek umio za svoj duševni napredak dovoljno izcrpiti. I od

te dobe zače u Europi nova zora svitati. Čovjek je stao osbiljno proučavati prirodu i njene zakone, te se tim otresao predsuda srednjega vieka i udario najsigurnijim putem napredka. Da je čovjek došao na sigurni ovaj put, imade on zahvaliti poglavito znanosti jednoj, koja doduše nepruža praktične koristi, nego koja čovjeka samo moralno uzdiže, i što je najvažnije, koja ga upućuje, kojim pravcem ima on ići pri iztraživanju prirode. Znanost ta jest astronomija, koja je, kako smo čuli, i u starom vieku najblagodarnije djelovala na razvoj ljudskoga duha i napredka.

Novi viek započeo je u astronomiji najznamenitijim odkrićem. Bila je to nauka Nikole Kopernika, da u središtu našega planetarnoga sustava nestoji zemlja nego sunce, pa da sunce stoji tako nepomično kao i ostale zviezde stajačice i da se naša zemlja sa ostalimi planetami oko sunca okreće. Sličnu misao zamisliše već u starom vieku Pitagora i neki drugi grčki filosofi, a u Indiji stao je Oryobatta oko god. 1320. i mnogi drugi astronomi smatrati sunce središtem našega sustava. No u Grčkoj i u Indiji propadoše ti nazori, ljudi na njih zaboraviše, tako da ih je Kopernik morao na novo odkriti. Kopernik je svoju nauku snabdio svimi potrebitimi dokazi tako, da ju više nitko neporuši. Njegova nauka izašla je tiskom god. 1543. u Nürnbergu, i odmah iza toga oboli i umre kao sedamdesetgodišnji starac. K utvrdjenju Kopernikove nauke najviše doprinese Galileo Galilei, koji joj je svojim pronicavim duhom znao naći nove znamenite dokaze. God. 1609. sgotovi Galilei svoj nebeski dalekozor, te stade prvi s njim zviezdati i nebo iztraživati. Uporaba dalekozora postade od to doba najvažnijim sredstvom za astronomička iztraživanja, te stvori u znanosti posve novi viek. Galilei je nadalje, kako ćemo to kašnje u članku o uri čuti, odkrio zakone nihala, koji bijahu ujedno dokazom o kretanju naše zemlje. Sa Kopernikom i Galileom nasta najsjajnija doba u astronomiji, koja je na to sve više i više cvala. Jedan od najženijalnijih astronoma te dobe bijaše Ivan Keppler (rodj. 1571., umro 1631.), koji je uza svu nevolju i biedu, u

kojoj je cieli svoj život živio, odkrio toli umne zakone o gibanju i udaljenosti pojedinih planeta. Nu vrhunac svoga sjaja postiže astronomija u Isaku Newtonu, koji se je rodio god. 1642., a umro god. 1727. na svom dobru kod Londona. Newton odkri najznamenitiji zakon u astronomiji, naime zakon o medjusobnoj privlačivosti nebeskih tjelesa. Zakon taj postade temeljnim kamenom u astronomiji, jer je on umio protumačiti i u sklad dovesti mnoge pojave, koje dotle nisu znali znanstveno protumačiti. Zakon nas taj uputi o privlačivoj sili mjeseca na zemlju i obratno, protumači plimu i oseku. Zakon nas taj dovede na to, kako ćemo nihalom opredieliti oblik zemlje, on nam pokaza puteve planeta i zviezda repatica, on nam jednom riečju pokaza onu stožernu silu, koja vlada cielim svemirom. I tako dogotoviše odkrića Kopernika, Keplera i Newtona veličanstvenu sgradu astronomičke znanosti. No prije nego što završimo ovu kratku crticu, moramo još spomenuti dva odkrića u astronomiji. God. 1676. pronašao i proračunao je Hans Römer pri pomrčinah jupitrevih mjeseci, da svjetlo provaljuje u jednoj sekundi put od 42.000 milja. Glasoviti astronom John Herschel (rodj. 1738. † 1822.), koji si je pravio najveće za onda dalekozore, odkrio je dvozviezdja, t. j. po dvie zviezde stajačice, gdje se jedna oko druge giblje, te je tim dokazao, da i medju stajačicami vlada Newtonov zakon o privlačivosti.

Naglomu razvoju astronomije doprinesoše u veliko još i raznovrstna pomoćna sredstva, što su ih u isto vrieme izmislili. Spomenuti ćemo ovdje samo ure i dalekozore. Dobra i točna ura jest pri astronomičkom iztraživanju jedno od najvažnijih pomagala. Galilei je bio prvi, koji je našao, da bi se sa nihalom moglo vrieme mjeriti, no prvu uru sa nihalom napravi god. 1656. učeni matematik, fizik i astronom Kr. Huyghens. Iza njega stadoše za točne ure uzimati zajedno razne kovine, da se umanji upliv temperature, a G. Graham (god. 1675.—1751.) napravi prvu uru sa cilindarskom zaustavom. Umnim smišljanjem vještih mehanika stvoriše se doskora izvrstne ure nihalice i onda ure na pero, od kojih nisi mogao bolje točnosti zahtjevati.

Za razvoj astronomičkih dalekozora stekoše si Galilei i Huyghens najvećih zasluga. O Galilejevu dalekozoru bila je već prije rieč. Huyghens napravi svoj dalekozor god. 1655. i odkri s njim šesti saturnov mjesec. God. 1658. napravi on drugi mnogo veći dalekozor, s kojim je vidio čudnovati prsten na Saturnu. Svi ovi kao što i svi drugi mnogo veći dalekozori imali su tu pogriešku, da je u njih čovjek vidio predmete raznimi bojami okružene. Uzrok tim bojadisanim slikam našao je već Newton, ali ih nije znao odstraniti, dok nije god. 1755. John Dollond sastavio dvie staklene leće po savjetu matematika Leonharda Eulera, komu Newton nije htio vjerovati, pa tim odstranio staru pogriešku. Iza Dollonda bio je Josip Fraunhofer (god. 1787.—1826.), koji je najveće i najljepše leće za dalekozore stao praviti.

Ostavimo sada astronomiju, pa se vratimo drugoj jednoj nauci, naime nauci o gibanju i ravnovjesju krutih i tekućih tjelesa. Prva i temeljna načela ove nauke stvorio je, kako smo čuli, u starom vieku Archimedes. Iza njega sve do novoga vieka neučini nauka ta niti koraka napred. No kada počeše u novom vieku znanstvena iztraživanja novim putem polaziti, kada se počeše praviti znanstveni i obrtni strojevi, onda se poče Archimedova nauka s nova razvijati. Najznamenitiji zakon o gibanju slobodno padajućeg tjelesa odkri Galilei. Na to se nadovezaše odkrića o razstavljanju sila, o sredobežnoj sili, te se tako sagradi dosta brzo ciela nauka o gibanju. Nauka ta stala je dobivati sve to veću vriednost onda, kada su njene zakone prenieli na cielokupnu prirodu.

Archimedova odkrića o ravnovjesju i pritisku tekućina zaboravio je srednji viek posve, tako da ih je morao Simon Stevinus god. 1585. na novo odkriti. Iza Stevinusa učini u tom pravcu najviše Galilei. Zakone o gibanju izticajuće tekućine razjasni Newton.

Medju najzanimivije grane ljudskoga znanja spada nedvojbeno nauka o svjetlu ili optiki. Visinu svoju ima optika poglavito zahvaliti dvojici, trojici oštroumnih ljudi, koji su ju znali u jedan mah do neobične visine dići. No resultati ove

znanosti su takve naravi, da nisu mogli nikada zanimati veliko občinstvo. Zato se nećemo ni mi ovdje upuštati u razvoj znanstvene optike. Temeljne zakone za dalekozore i sitnozore raztumačiti ćemo u drugom svezku ove knjige, a ovdje ćemo spomenuti samo obćenite stvari pri razvoju optike.

Već su stari Grci dobro znali, da se svjetlo širi ravnimi crtami, koje zovemo traci. Seneka spominje, da nam se veslo u vodi pričinja kao slomljeno. Ali zašto? On si lahko pomože, pa veli, da nas ništa tako lahko prevariti nemože kao što naša sjetila. Čini se, da ni Aristoteles ni Archimedes nisu o tom pojavu imali prava pojma. Pojav taj poznat je danas pod imenom lom svjetla. Kada svjetlo ide iz jedne tvari u drugu riedju ili gušću tvar, onda svjetlo udari u drugoj tvari odmah drugim pravcem, mi velimo svjetlo se lomi. Traci svjetla od vesla pod vodom, čim dodju u zrak, krenu drugim pravcem, i nam se u oku pričinja kao da je veslo prelomljeno. Prvi donjekle jasni pojam o lomu svjetla imao je arapski matematik Ahagen (oko g. 1100. po Kr.). No točne zakone o lomu svjetla odkri oko god. 1621. Willebord Snell i zakoni ti postadoše u znanosti od velike važnosti, a znadoše se s njimi okoristiti i gdjekoje grane čovječjega obrta. Ako gledamo kroz proziran ledac od vapnenca, to ćemo viditi svaki predmet dva put i svaki ponešto pomaknut. Slične pojave pokazuju i mnoge druge rude, i mi velimo, da te rude lome svjetlo dva put. Dvostruki lom svjetla na vapnencu opazio je u sedamnaestom stoljeću Erasmo Bartholin, a protumačio ga je glasoviti Huyghens god. 1678., jer je svojom teorijom o valovitom gibanju svjetla imao zato ključ u svojih rukuh. Newton se nehtjede na Huyghensove nazore obazirati, nego postavi sam nov zakon o dvostrukom lomu svjetla. I njemu se je vjerovalo, dok nisu god. 1788. Hauy i god. 1802. Wollaston pokazali, da Huyghens ima pravo.

Za tumačenje optičkih pojava morao je čovjek imati nekih predstava o tom, što je svjetlo i kakva mu je narav. S toga si je francuzki filosof René Descartes (god. 1596.—1650.) stvorio

posebnu hipotesu, kojom je htjeo da protumači narav svjetla. On je uzeo, da od svietlećega tiela izlazi na sve strane neka posebna tvar, i da ta tvar iduć ravnimi pravci stvara trake svjetla. Nauka ta o svjetlu zove se nauka emisije. Ona si je stekla brzo mnogo pristaša. Naskoro pojavi se god. 1664. teoriji toj opasan takmac. Robert Hooke zamisli novu teoriju o naravi svjetla, naime teoriju undulacije ili valovita gibanja. No teoriju tu ustanovi znanstveno tek Huyghens god. 1790., a usavršiše ju Young, Fresnel i drugi. Po toj teoriji izpunjen je cieli svemir i svi predmeti na svietu njekom neizmjerno finom tvarju, koju nazvaše eterom. Svietleće tielo uzbudi taj eter i on se onda giblje na sve strane u obliku valova i stvara tako svjetlo. Izmedju pristaša jedne i druge teorije nasta ljuta borba, no kako je umjela Huyghensova teorija najlagljim načinom protumačiti malne sve optičke pojave, to je ona napokon održala sjajnu pobjedu. Ostala odkrića i iznašašća u optici nemožemo ovdje spominjati, jer bi se preveć udaljili od svrhe, koju ovaj uvod ima.

Nauka o toplini i njenih učincih postala i razvila se je takodjer u novom vieku. Pri proučavanju dobrih i zločestih vodića topline, te izsjevanju topline stekao si je najviše zasluga francuzki matematik Ivan Fourier (god. 1768.—1830.). Da se tjelesa toplinom raztežu, stali su već prvi fizici iztraživati, pa to raztezanje upotrebiše za mjerenje topline. Prvi toplomjer napravio je pod konac sedamnaestoga stoljeća Holandez Cornelius Drebbel, ali ga tek kašnje znamenito popraviše. Francuzki učenjaci Dalton i Gay-Lussac dokazaše, da se svi plinovi i pare, pa i zrak razširuju u istom omjeru, u kom i toplina raste, tako da je moći za toplomjere upotrebiti zrak mjesto žive. Jedno od najznamenitijih odkrića u nauci o toplini učini god. 1755. Deluc, a skoro u isto vrieme i Black. Bila je to nauka o skrivenoj ili pritajenoj toplini, koju nam Black ovako predočuje: „Kada se led topi, to on prima u se mnogo topline, no sva ta toplina ima samo taj učinak, da pretvori led u vodu, dočim voda nepostane od nje ništa toplija, nego što je

led bio; tu toplinu kao da je voda u sebe upila i sakrila tako, da ju nemožemo osjetiti.“ To se isto dogadja, kada se voda pretvara u paru, i tu se potroši velika množina topline, koja paru proguta, da ju nije moći osjetiti. Nauka o pritajenoj toplini postala je ne samo u znanosti nego i u praktičnom životu od važnosti.

S tim stoji u uzkom savezu nauka o pari, koja nam je u družtvenom životu silan prevrat počinila, kako ćemo iz ove knjige kašnje razabrati. Para, koja se iz vrijuće vode ili iz gudura diže i oblake tvori, zanimala je uviek fizike. Glasoviti englezki učenjak u šestnaestom stoljeću Baco de Verulan mislio je, da je para i zrak jedno te isto. Ivan Borelli je mislio, da je para smjesa od vode i vatre, pa da se zato u vis diže. Drugi uztvrdiše, da se voda, kada se u paru pretvara, razdieljuje u veoma sićušne, šuplje krugljice. Ova misao mnogim se je tako milila, da su u svojoj mašti znali izračunati veličinu ovih krugljica (Leibnitz). Newton tražio je razlog izparivanju u odbojnoj sili topline. Na sretniji put došao je Ivan Bouillet, koji je god. 1742. uztvrdio, da para sastoji od veoma sitnih čestica vode, koje se izmedju zraka prorivljuju. Gjuro Hamberger je stao god. 1750. razvijati tu misao, da se pri stvaranju vodene pare voda u zraku tako raztapa, kao što se n. p. slador u vodi raztopi. Ovu nauku usvojiše mnogi fizici Skoro u isto vrieme je Šved Walerius Ericsen pokazao, da se voda izparuje i u zrakopraznom prostoru, pa da se para i tu u vis diže i to zato, jer da se čestice od vodene pare medjusobno odbijaju. U to vrieme odkriše pritajenu toplinu, koja ima čestice vodene pare razmicati, te nam tako pomoćju pritajene topline protumačiše postanak pare.

Vodena se para kao i svi plinovi raztežu pri većoj toplini po spomenutom zakonu od Daltona i Gay-Lussaca te tim proizvadja pritisak i silu, koju je čovjek u novije vrieme znao tako koristno upotrebiti. Dénis Papin bio je prvi, koji je upoznao snagu vodene pare, te u njegovih opisih od god. 1707. nalazimo po prvi put izrečena načela, na kojih osnovaše naše parne strojeve. Kako se je parostroj stvorio i do današnje

visine razvio, pa kako ga je čovjek umio upotrebiti u raznih granah svoga obrta i prometa, imati ćemo zgode doznati iz nekoliko članaka ove knjige. Sa znanstvene strane proučavao je silu vodene pare u prvom redu sam James Watt (god. 1736.—1819.), koji si je najveće zasluge stekao po razvoj parnoga stroja. Mnogi popravci, koje je on na parostroju izveo, ovisni su o zakonih, koje je on sam pri razvijanju i zgušćivanju pare proučavao. Iza Watta najviše se je bavio sa proučavanjem sile vodene pare Dalton (1801.) i Ure (1818.). Rezultati ovih iztraživanja, ako i jesu skroz znanstvene naravi, to oni imadu ipak znatnu praktičnu vriednost, jer ih danas nemože tehnik pri pravljenju parnih strojeva obići; on mora na njih svakom zgodom računati.

Medju prirodnimi znanostmi, koje zasjecaju u obseg ove knjige, imali bi spomenuti jedino jošte nauku o munjini i magnetizmu. Kemija napokon, o kojoj će biti govora sad pri ovoj, sad pri onoj grani čovječjega napredka, imade tako obširnu i uz to vrlo zanimivu prošlost, da nemožemo u obsegu ovoga kratkoga uvoda o njoj govoriti. Zadaća našega uvoda i nije, kako se je mogao svatko o tom dosada osvjedočiti, da se predoči cielokupni znanstveni napredak čovječjega znanja. Kada bi to htjeli učiniti, morali bi ciele knjige napisati. Svrha naša bila je ovdje, da se pokaže samo tok duševnoga rada kroz stari, srednji i novi viek, da uzmogne pomni čitatelj kasnije sam prosuditi, u kom je savezu bio napredak čiste znanosti sa napredkom praktičkih izuma.

Što se same nauke o munjini i magnetizmu tiče, to nam nije ovdje nužde trošiti rieči. Povjestnički razvoj jedne i druge nauke dovoljno je jasno nacrtan u pojedinih člancih ove knjige. Pri jednoj i drugoj nauci osvjedočiti će se čitatelj, da su se one razvile u novije vrieme. U starom vieku nije bilo o munjini i magnetizmu kao o znanosti niti govora. Isto tako nije za njih cieli srednji viek upravo ništa znao. Prve znanstvene pokuse i iztraživanja o munjini započeše u sedamnaestom vieku Boyle, Gilbert i Guericke, a prvo proučavanje magnetičnih po-

java imamo zahvaliti Gilbertu. Kako se je jedna i druga ova grana čovječjega znanja razvila, čuti ćemo u ovoj knjizi, pa bi mogli odmah tim završiti ovaj kratki uvod i ustupiti mjesto opisu plodova čovječjega duha: novovjekih izuma, da nam nije ovdje najsgodnije mjesto spomenuti još muža jednoga, koji si je velike zasluge stekao za poznavanje naše zemlje, njenih klimatičkih odnošaja i za razvoj prirodopisnih znanosti, a to je Aleksandro Humboldt (rodjen u Berlinu god. 1769., i umro u Berlinu god. 1859.). Humboldt je na svojih velikih i dugih putovanjih sakupio veliku množinu opažanja napose o nagibanju i odklanjanju magnetične igle. Sva ova zapažanja pokazala su, da u zemlji našoj leži magnetična sila, pa da bi zemlju mogli bar donekle prispodobiti kakvom velikom magnetu. Vidilo se je ujedno iz tih zapažanja, da magnetični polovi nisu jako udaljeni od geografičkih polova. Na taj način se je opredielio i magnetični ekvator ili polutnik naše zemlje, gdje se magnetična igla na nijednu stranu nenaklanja, no ni taj ekvator se točno neslaže sa geografičkim ekvatorom. Pojavi magnetične igle nas upućuju, da se sjeverni magnetični pol nalazi daleko na sjeveru pod površinom zemlje, nešto sjeverno od Hudsonova zaljeva. Kapitan Ross je na svom drugom putu u polarne krajeve naišao na sjeveru na tu točku, pod kojom se u zemlji nalazi sjeverni magnetični pol, jer mu se je tu magnetična igla posve ustubočila. Zasluge Aleksandra Humboldta za poznavanje zemaljskoga magnetizma nisu bile jedine u tom, što je on sam zapažanja pravio, nego što je po svih krajevih svieta znao ljude na slična zapažanja nagovoriti.

NOVOVJEKI IZUMI.

KNJIGA PRVA.

NAPISAO

IVAN ŠAH.

Magnet.

Magnet kod starih naroda. — Naravni i umjetni magneti. — Magnetička igla. — Tumačenje magnetičkih pojava. — Magnetičnost naše zemlje.

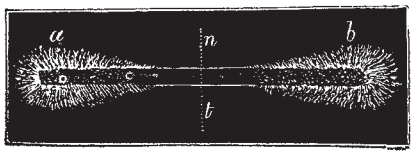
U naravi ima željezna ruda, smedje boje, koja ima tu moć, da privlači k sebi željezo. Iz davne davnine doprla je kao tračak svjetla do nas grčka bajka, koja svjedoči, da se je već onda znalo za tu moć te željezne rude. Priča pripovieda, da je bio pastir, a zvao se Magnes. On je čuvao ovce na podnožju brda Ide. Izgubilo mu se jednom janje iz stada. Magnes ga stao tražiti, pa nabasao na nekakovu hridinu, od koje se jedva odkinuti mogao. Na hridinu mu se priljepio željezni kraj od štapa i željezni čavli od obuće. Priča kaže, da je Magnes bio prvi, koji je odkrio tu dosele nepoznatu moć te željezne rude, a po njem ju onda okrstiše magnetom.

Priča je to kao i sve druge priče. Pa ako i nisu te priče istinite, one ipak pokazuju onu plemenitu i nezasitnu želju u čovjeka, da zna pripoviedati, kako je ovo, kako je ono postalo. A tek ova tajinstvena magnetična sila, kako da neskloni čovjeka, da priče smišlja. Pričalo se, da ima uz morske obale tako užasnih magnetičnih briegova, da oni znadu silno i naglo k sebi privući brodove; ako su samo željezom okovani, da se o hridini odmah razbiju. A nije to šala bila za brodare, koji su i onako puni predsuda a i straha. Pričalo se, da Muhamedov lies visi med nebom i zemljom, da ga drže veliki magneti, a takvih priča ima o svem i svačem.

Pustimo sada bajke, pa se vratimo k istini. Željeznu rudu, koja privlači željezo, zovemo naravnim magnetom, jer se

on u naravi nalazi već gotov kao magnet, da ga čovjek netreba tek priredjivati. Ime nam to već samo kaže, da ima i umjetnih magneta. Mi si ih možemo sami lahko napraviti. Treba uzeti samo komad tvrdoga željeza, pa ga nekoliko puta protrti naravnim magnetom, pa je umjetni magnet gotov. Ovim trenjem dobiva željezo istu onu moć, što ju ima i naravni magnet: ono privlači k sebi željezo. Umjetni magneti prave se u obliku šibke, podkove ili igle, jer se je pokazalo, da su ti oblici za porabu najpraktičniji, pa se po tom zovu oni: šibkasti, podkovasti magneti ili magnetičke igle. Od naravne magnetične rude vrlo je težko napraviti pravilne ove oblike, jer se ta ruda neda kovati, pa se zato naravni magneti skoro nikada nerabe, nego si čovjek za svoju potrebu pravi umjetne magnete uviek od izradjenoga željeza.

Uzmimo takov umjetan magnet, koji ima oblik šibke, pa ga stavimo u željeznu piljotinu, to će on odmah množinu te piljotine k sebi povući i držati. Pomislili bi, da će se cieli magnet pokriti pilotinom, no pokus će nas osvjedočiti, da neće tako biti. Piljotina će se na magnetu sakupiti tako, kako nam to prikazuje slika 1.



Sl. 1. Magnetična igla.

Na krajevih šibke *a* i *b* sakupiti će se najviše željezne piljotine, prama sredini biti će je sve manje, a u sredini samoj *n t* neće se prihvatiti upravo ništa. Oba ova kraja *a* i *b* na magnetu, koji najjače privlače željezo, zovu se polovi na magnetu.

Evo već nam je prvi pokus pokazao nešto novoga, što nam priča o magnetu još nije znala, pokazao nam je naime, da su na kraju magneta dva mjesta, koja željezo najjače privlače, a to su polovi magneta. Ali još nešto je, što je na magnetu još zanimivije. Odmah ćemo to viditi.

Ako privežemo magnetičku iglu, t. j. magnet, koji ima oblik igle, u sredini tankim koncem (vidi sl. 7. na str. 8.), te ju objesimo

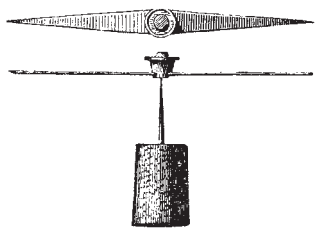
tako, da se može slobodno kretati, viditi ćemo, da će se igla staviti uviek u isti položaj, ma ju koliko puta maknuli. Jedan kraj igle pokazivati će uviek prama sjeveru a drugi prama jugu. Prvi kraj magneta zovemo njegovim sjevernim a drugi njegovim južnim polom. Ovo neprocienjivo svojstvo magnetičke igle pokazuje brodaru na pučini morskoj i u crnoj noći put u sigurnu luku. Prvi se brodari nisu smjeli odveć odaljiti od obale, da nezablude u otvorenom moru. Po danu bijaše im lahko, tada se vidi obala, može se brod ravnati po suncu, pa nebijaše straha, da izgube put. Po noći valjalo se je ravnati po zviezdah stajačicah. Najsmjeliji brodari staroga vieka bijahu Feničani. Oni se noćju ravnahu po polarnoj zviezdi, jer ona pokazuje sjever. Feničani nekazivahu te tajne nikomu, samo da ostanu sami gospodari na moru, ali bilo to badava. Naskoro udjoše i ostali narodi oko sredozemnoga mora u tu tajnu, pa je za dugo vrieme bila polarna zviezda, bar za vedre noći, jedinim putokazom u morskoj pustinji. Ali po naoblačenoj i maglovitoj noći ostavio ih i taj putokaz, valjalo je čekati, dok ograne dan, da ih on izvede na pravu stranu. Uz takve okolnosti nije dakako u to vrieme moglo biti ni govora o razgranjenom svietskom prometu i trgovini, kako to danas imamo.

U polovici dvanaestoga vieka osvanu za brodarstvo ljepša doba. Za križarskih ratova nadjoše mletački i genovežki brodari kod Arapa magnetičnu iglu, pa ju uvedoše i u Europi u porabu. Od to doba izgubi polarna zviezda za brodara važnost, on dobi u ruke siguran putokaz, koji ga nikad neostavlja, koji uviek sigurno pokazuje, gdje mu je sjever, gdje jug. Iglu ovu, koja se može slobodno kretati, tako da se uviek prama sjeveru postavi, zovemo mi busolom.

Tko je prvi busolu izumio, nezna se pravo, no najvjerojatnije, da su to bili Kinezi, jer za nje znamo, da su ju oni prvi već u najdavnijoj prošlosti upotrebljivali. Od Kineza doznaše za busolu Indijci, a od ovih opet Arapi, a od njih prešla je poraba busole u Europu. Kinezi su po svojih ogromnih ravninah na putovanju, da nezabasaju, nosili na kolih maleni

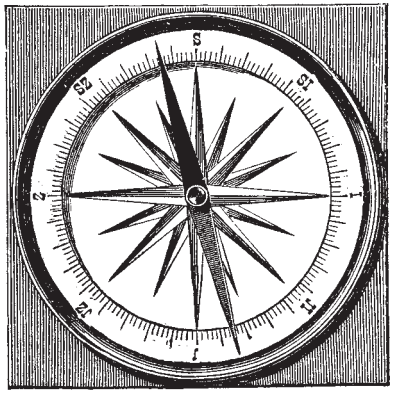
*

kip, koji je rukom uviek na sjever pokazivao. Kip se je taj oko okomite osi mogao okretati, a kroz ruku mu je prolazio magnet, pa je tako uviek pokazivao prama sjeveru. Mi znamo, da su već tisuću godina pred Krstom Kinezi nosili na kolih ovakvu spravu. No u isto vrieme upotrebljivali su Kinezi busolu već i na moru, ali ta busola bila je posve drugčije uredjena, nego što ju mi danas imamo. Magnetičnu iglu stavili su u slamku, pa ju onda metnuli u vodu. S početka su i u Europi na isti način busolu smještali, no do skora uvidiše, da se u tom položaju nemože igla onako slobodno kretati, kako bi to želili, pa smisliše posve drugi način, kako će se iglu postaviti. Oni ju po sredini nataknuše na oštar šiljak, a u sredini namjestiše na igli malenu kapicu, oko koje bi se ona slobodno okretati mogla, kako se to vidi na slici 2.



Sl. 2. Magnetična igla sa kapicom.

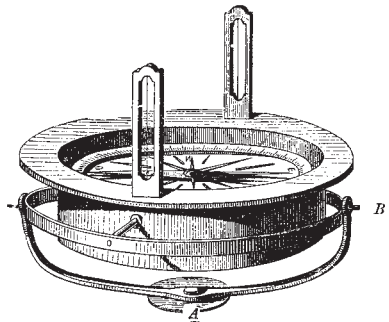
Da bude trenje pri kretanju magnetičke igle čim manje, mora ova kapica da bude od osobito tvrdoga čelika, ili što je još bolje, od kamena ahata. Ako metnemo sada pod magnetičku iglu još okrugao list od papira, na kom su označene sve strane svieta, pa da nataknutu iglu stavimo sa papirom u kutiju od žute mjedi, eto nam gotove slike, kako je naš današnji kompas uredjen. (Vidi sliku 3.).



Sl. 3. Kompas.

Da se magnetička igla može slobodno kretati, mora kutija kompasa uviek stajati vodoravno. U to ime mora kutija

kompasa na brodu biti tako obješena, da ona uz sve njihanje broda uviek zadrži vodoravan položaj, a to se postigne uredjenjem, kako ga vidimo na slici 4., koja predočuje uredjen brodarski kompas ili busolu. Vidimo tu velik kolobar, koji se može kretati oko osi *B*. Nagne li se sada brod napred ili natrag, to će ostati busola u ravnom položaju, jer će se ona moći oko osi *B* okretati. Nagne li se brod na stranu, to ovaj kolobar nebi ništa pomogao, on bi se nagnuo a s njim i busola. Zato vidimo na kolobaru drugu os *A*, na kojoj je učvršćena busola. Ova os omogućuje, da se busola i postrance kretati može. Busola će u tom položaju moći ostati uviek vodoravna, ma se brod na kojugod stranu nagibao. Ovakovo učvršćenje busole izumio je Cardan, pa na taj način učvršćuju danas svjetiljke na brodovih, a i mnoge druge predmete.



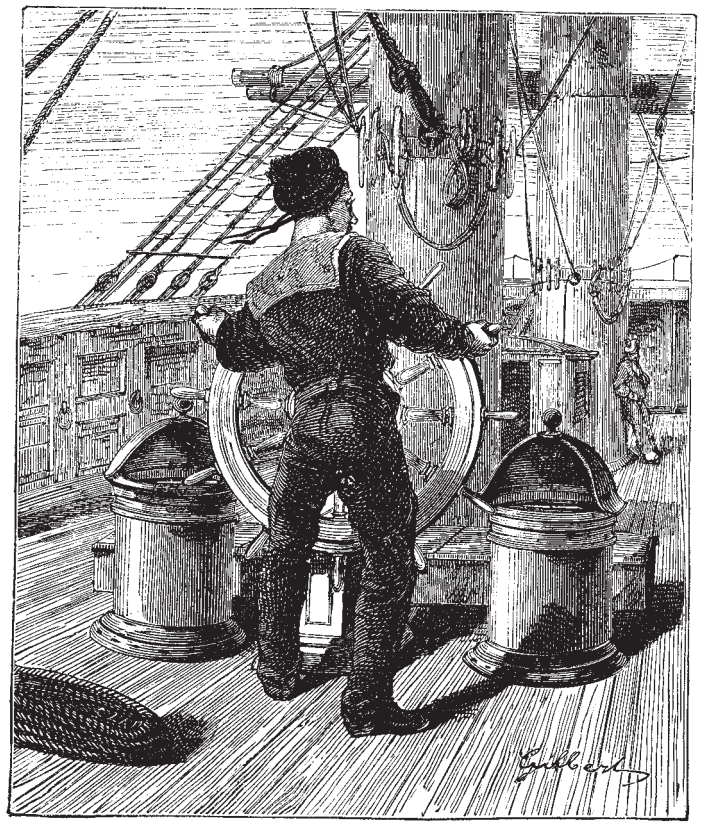
Sl. 4. Brodarski kompas.

Veliki brodovi, a osobito ratni, imadu po dva kompasa ili busole, koje su u valjkastih stupcih smještene, kako ih vidimo na našoj slici 5. Kormilar ih ima uviek pred očima, te se po njima ravna, kako ima brodom upravljati.

Busolu neupotrebljuju jedino na moru, njom se čovjek služi i na suhoj zemlji. Ona pokazuje put putniku u prašumah, a rudara upućuje, kojim mu je pravcem pod zemljom kopati. Daleko pod zemljom, gdje čovjek nevidi ni sunca ni zviezda, busola je najsigurniji putokaz. U novije vrieme izkopaše ogromne tunele kroz Alpe, prokopaše Mont-Cenis i St. Gothard, a pri tom učini busola velike usluge. Mont-Cenis bje dovršen g. 1871., a gorostasni prokop kroz St. Gothard god. 1880. Oba ova tunela počeše kopati, kako to malne svuda biva, na jednoj i na drugoj strani. Pa da se oba ova prokopa točno sastanu, treba svakom prokopu opredieliti pravac upravo neizmjernom točnošću, a to je učinila magnetična igla. Pa i zbilja ona je uviek

tako točno upravljala pravcem prokopa, da su se prokopi tako točno sastali, kao da bi ih čovjek na papiru pravio.

Dugo vremena mislili su ljudi, da magnetička igla pokazuje točno prama sjeveru. Kristof Columbo opazi prvi

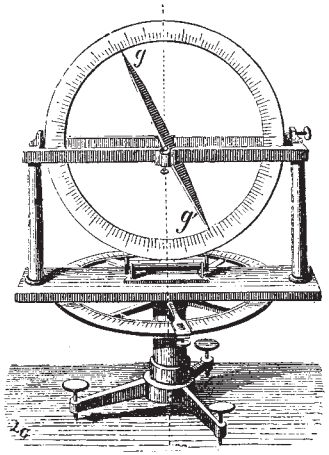


Sl. 5. Kompasi na morskom brodu.

god. 1492. na svom putu, kada je odkrio Ameriku, da to nije upravo tako, već da se igla dosta znatno odklanja od pravoga sjevera. Ovaj odklon nije na cieloj zemlji jednak, na jednih mjestih se igla odklanja nešto prama iztoku, a na drugih mjestih

neš to prama zapadu. Brodari zovu ovaj odklon promjenljivošću kompasa.

Ako koje tielo podupremo ili objesimo upravo u sredini njegova težišta, to će tielo stojati sasvim vodoravno. Tako se je mislilo i za magnetičnu iglu, da ona stoji vodoravno, kada je u težištu poduprta. Robert Normann, tvorničar fizikalnih sprava u Londonu, opazio je, da magnetična igla neostaje vodoravna, nego da se ona uviek jednim krajem prama zemlji na klanja, kao da bi ona na toj strani težja bila. Na svakoj igli se to odmah nevidi, jer su magnetičke igle obično tako obješene, da se nemogu lahko dolje nakloniti. Stavimo li magnetičnu iglu *gg* tako, kako nam to slika 6. pokazuje, da se ona može kretati oko vodoravne osi, pa ju okrenimo prama sjeveru, to ćemo opaziti, da će se sjeverni pol umah nagnuti prema zemlji. Kut, što ga tvori igla u tom položaju s vodoravnim pravcem, zovemo njezinim naklonom. Kao što nije odklon svuda na zemlji jednak, tako nije ni naklon svuda isti. Ima mjesta na zemlji, gdje se igla ni najmanje nenaklanja, gdje ona ostaje u vodoravnom položaju; a ta mjesta se nalaze u blizini zemaljskog ekvatora. Mi velimo za takva mjesta, da leže na magnetičnom ekvatoru. Ako idemo od magnetičkoga ekvatora prama sjevernom polu, onda će nam se sjeverni pol magnetične igle sve više prama zemlji naklanjati, pa ćemo napokon doći na jedno mjesto, gdje će nam se igla upravo okomito izpraviti: sjeverni kraj igle će se upravo u zemlju uprieti. Na južnoj polovici naše zemlje nagnuti će se igla sa južnim svojim krajem, i to sve više, što dalje prama jugu dolazimo, pa će se i tu na jednom mjestu posve

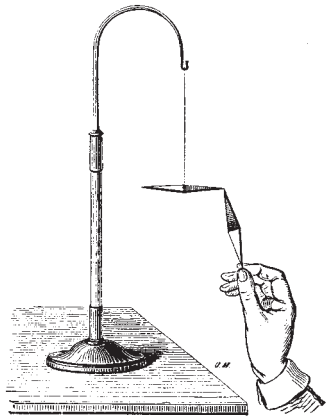


Sl. 6. Naklon magnetične igle.

ustobočiti. Oba ova mjesta, gdje magnetična igla ustobočena stoji, zovemo mi magnetični polovi zemlje, i to sjeverni i južni magnetični pol. Magnetični polovi nestoje upravo na geografičkih polovih, ali su im dosta blizu.

Vrlo zanimivi su to pojavi, što smo ih dosada na magnetičnoj igli opisali, pa neima dvojbe, da je čovjek odavna želio, da si te pojave protumači, i to pomoćju pokusa, što ih je magnetičkom iglom napravio. Pogledajmo si te pokuse, da si sami stvorimo sud.

Uzmimo magnetičnu iglu, poduprimo ju na šiljak ili ju objesimo na nit, kako nam to pokazuje slika 7., da nam se ona može slobodno okretati. Uzmimo sada još jednu iglu, pa ju stavimo blizu prve igle, pa ćemo odmah nešto viditi, što će nam pojave na magnetičnoj igli razjasniti. Sjeverni kraj igle odbijati će sjeverni kraj druge igle, a to će isto učiniti i južni krajevi. Ali protivni polovi to neće učiniti, nego će odmah jedan drugoga privlačiti. Istoimeni polovi se dakle odbijaju, a raznoimeni se privlače. U tom jednostavnom pokusu leži nam tumačenje svega onoga, što nam je na prvi mah bilo na magnetičnoj igli zagonetkom. I naša zemlja, kako smo vidili, privlači k sebi jedan kraj magnetičke igle, a drugi kraj odbija. A čuli smo i to, da zemlja neprivlači magnetičnu iglu svuda jednako, kao što ni sama igla neprivlači po cieloj svojoj dužini željeznu piljotinu (vidi sl. 1.) jednako, nego najjače na svojih polovih, upravo tako kao i zemlja. Naša zemlja mora dakle sama biti magnet. A to i je sigurno. Mi si ju predstavljamo kao ogromni magnet. Zemlja naša kao magnet ima svoja dva pola, jedan sjeverni magne-



Sl. 7. Magnetična igla na konou.

tični pol i jedan južni magnetični pol, samo se dakako ti polovi nesudaraju sa geografičkimi polovi. Zemlja kao magnet privlači svaku magnetičnu iglu tako, da se ona jednim krajem upravi prama jednom magnetičnom polu, a s drugim krajem prama drugom polu. Štogod se bliže magnetičnom iglom približujemo magnetičnom polu zemlje, to će tim više zemlja k sebi nadklanjati iglu, a na samom polu će ju ona ustubočiti. Oko ekvatora će magnetična igla ostati vodoravna, jer su joj krajevi jednako udaljeni od oba zemaljska pola.

Onaj kraj magnetične igle, što ga sjeverni magnetični pol zemlje privlači, te koji se prama tomu prama sjeveru obraća, mora prama našem pokusu, što smo ga prije pokazali (sl. 7.), biti posve protivne naravi, jer ga inače nebi sjeverni kraj zemlje k sebi privlačio. Kada bi se htjeli držati znanstvene točnosti, to nebi smjeli onaj kraj magnetične igle, što prama sjeveru pokazuje, nazivati sjevernim polom, nego njezinim južnim polom. Ali se je to jednom u znanosti udomilo, pa tako je i ostalo.

Nedvojbeno je dakle, da naša zemlja mora biti magnet. Kada bi se upitali, odkle zemlji ta magnetična sila, bilo bi nam na to težko odgovoriti, jer nam je nepoznata nutrnjost naše zemlje, a i nepoznate su nam sile, koje možda kolaju u nutrnjosti zemlji. Mi smo vikli magnetičnost tražiti samo u željezu. Naravni magnet nije čisto željezo, nego je to željezna ruda, zovu ju magnetit. Ona sastoji od 72·4 postotka željeza i 27·6 postotka kisika. Magnetično ovo svojstvo nalazimo u naravi još samo kod gdjekoje platine i gdjekoje magnetove pakovine, ali i to u mnogo manjoj mjeri. Naravno je, da će čovjek u takvih okolnostih pri magnetičnosti naše zemlje ponajprije pomisliti na željezo. Sastoji li dakle nutrnjost naše zemlje od željeza? Nitko to nije vidio, pa ipak mi slutimo, da jezgra zemaljska sastoji od sama željeza. Znanost je proračunala, da je naša zemlja težka 5,955.600 trilijona kilograma, te prama tomu, da je jedno šest put težja, nego što bi bila težka isto tako velika kruglja od same vode. Po tom sudimo,

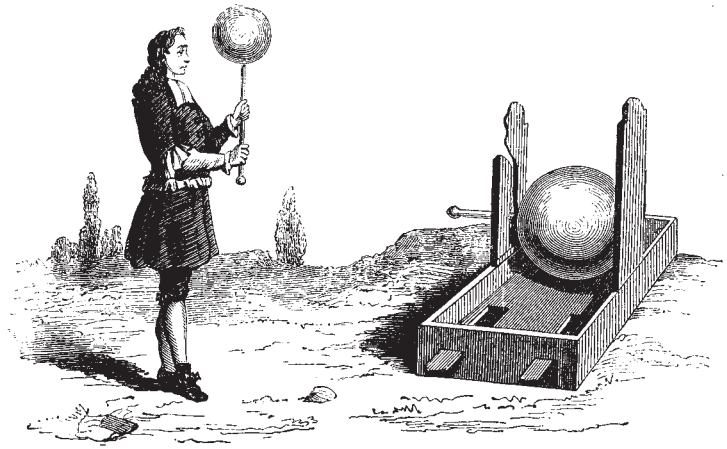
da u unutrnjosti zemlje moraju biti jako težke tvari, bar tako težke, kao što je željezo. Amerikanski geolog J. Dana uzimlje, da jezgra naše zemlja (a to bi bilo jedno dvie trećine od ciele zemlje) sastoji od željeza. Po toj predpostavi morala bi željezna jezgra započeti već u dubljini od 108 milja. Lahko nam je u to vjerovati, jer nam na zemlju iz nebeskih prostorija više puta doletaju komadi kamenja, koji nas u toj vjeri utvrdjuju. Ti komadi kamenja — meteoriti — potiču od raztrganih nebeskih tjelesa. Gdjekoje to kamenje naliči kamenju naše zemaljske kore, a gdjekad ono opet sastoji od čistoga željeza, a mi uzimljemo, da prva vrst meteorita sastoji od raztrgane kore, a druga vrst od raztrgane jezgre dotičnih propalih nebeskih tjelesa. Pa ako je kod drugih nebeskih tjelesa jezgra od željeza, zašto da nije i jezgra naše zemlje od željeza? Ako je naša slutnja istinita, onda nam je lahko tražiti magnetičnu silu naše zemlje u njezinoj željeznoj jezgri. Čovjeku je danas težko pomisliti, da nebi tako bilo. Kamo se god ogledamo, sve nas na to upućuje. Dok nam znanost tako stoji, kakvu ju danas imamo, mi ćemo u to vjerovati, da magnetičnost naše zemlje u njezinoj željeznoj jezgri leži.

Munjilo.

Znanje o munjini u starom i srednjem vieku. — Prvi iztraživalac munjine Gilbert. — Guerickeovo prvo munjilo. — Hauksbéeovo munjilo. — Dufayeva iztraživanja. — Munjilo Nolleta, Nairnea. — Lajdenska boca.

Pripovjeda se, da su grčke žene u staro doba osobito rado prele na preslice od jantara. Predenjem trla se vuna o jantar, a jantar tim trenjem dobio čudnovatu moć: sitna vlakanca, koja bi od vune odpala, privukao bi jantar k sebi, pa bi ih onda odmah od sebe odbio. Stari Grci znali su, da osim jantara još i kamen jakint i smola, kad se taru, privlače k sebi sitne predmete, pa ih opet odbijaju. Saznalo se to posve slučajno kao i stotine drugih stvari, ali da tkogod dalje iztražuje ovaj zanimivi pojav, nije nikomu na kraj pameti bilo. Pa ni u cielom srednjem vieku nije se ni jedan od učenjaka brinuo za ovo jantarovo svojstvo. Uzrok tomu nehajstvu bijaše, što se je u ono doba u obće malo brinulo za pojave u naravi, pa u koliko se je i gojila fizikalna znanost, nije se išlo pravim putem, više se je umovalo nego iztraživalo. Istom pod konac šestnaestoga vieka udariše ljudi posve novim putem u iztraživanju prirode. Učenjaci uvidiše, da se prirodni zakoni dadu jedino tako pronaći, da se prave mnogi i mnogi pokusi, a tek na temelju tih pokusa, da se kuša raztumačiti dotični naravni pojav, pa i naći zakone, po kojih se on dogadja. Da je ovo zbilja pravi i jedini put, kojim je valjalo udariti, pokazuje nam orijaški napredak, što ga od to doba u prirodnih naukah postigosmo. Trebalo je dakako ovim pokusom neizmjerno mnogo uztrajnosti i strpljivosti, ali si iztražioci ove dobe stekoše tim

neumrlo ime, jer oni udariše čvrste temelje za daljnje iztraživanje prirode. Jedan od ovih neumornih iztraživaoca bijaše William Gilbert iz Colchestera, lječnik englezke kraljice Elisabete. Njega je živo zanimalo spomenuto čudnovato svojstvo jantara, s toga ga stane točnije iztraživati. On opazi, da takodjer alem, safir, rubin, opal, ametist, kremen, staklo, sumpor, pečatni vosak, smola itd. zadobe trenjem jantarovo svojstvo, t. j. da privlače i odbijaju lahke predmete, kao što su komadići papira, krugljice od bazgove srčike itd. Gilbert prozva ovo znamenito svojstvo elektricitetom (munjinom), po



Sl. 8. Prva munjevna sprava.

grčkoj rieči: elektron, koja znači jantar, na kojem se je taj pojav prvi put opazio.

Ako ribamo spomenute tvari, to proizvadjamo u njih munjinu. Kada si je Gilbert htio razvijati munjinu, uzeo je štap od stakla, pa ga je ribao vunenom krpicom. Tako su i svi drugi iztražitelji iza njega radili, dok nije magdeburžki načelnik, Otto Guericke, napravio negdje oko god. 1650. posebnu spravu, s kojom se je moglo brže i više munjine razviti. Guerickeovu munjevnu spravu, ili kako ju kraće zovemo, munjilo, vidimo na našoj slici 8. Bijaše to sumporna kruglja, koju

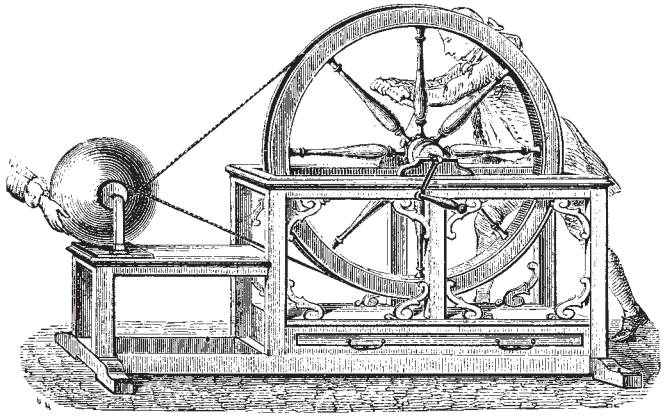
je jednom rukom brzo kretao, dočim je drugom rukom pritisnuo na kruglju suknenu krpu.

Englezki fizik Hauksbée napravio je još bolje munjilo. On je uzeo stakleni valjak, mjesto sumporne kruglje, ali se ipak ni njegova ni Guerickeova sprava nije mnogo rabila, svaki je volio proizvadjati munjinu Gilbertovim jednostavnim načinom, taruć naime štap od stakla ili smole vunenom krpom. God. 1733. napravi Niemac Boze munjevnu spravu, sasma jednaku Guerickeovoj, samo da je uzeo staklenu kruglju mjesto sumporne. Uz tu spravu stao je čovjek na ploču od smole, pa je držao u ruci željezni valjak. Sa valjkom bi se svaki čas dotaknuo naribane staklene kruglje, a munjina bi onda sa kruglje prešla u valjak, gdje se je onda sve više i više sabirala. Valjak taj nazvaše konduktorom. Wolfius i Hausen promjeniše konduktor Bozeova munjila u toliko, da ga nije trebao čovjek u ruci držati, već ga objesiše na svilenu nit ili ga postaviše na staklene noge. Malo zatim popravi Winckler, profesor latinskoga i grčkoga jezika na sveučilištu u Lipskom, Bozeov stroj i to tako, da je ribao staklenu kruglju kožnatim jastučićem mjesto rukom, kako je to Boze pravio. Akoprem su ove novotarije bile dosta dobre, to se ipak nisu svima svidjale. Zato uvede Nollet u Francuzkoj munjilo bez konduktora i bez jastučića, kako ga vidimo na našoj slici 9., koja je tako jasna, da ju netreba mnogo tumačiti. Pomoćju kotača kreće se staklena kruglja, a na ovu se pritisnu ruke, da se ribanjem proizvede munjina.

Prije nego promotrimo, kako se je munjilo dalje razvijalo, dok je dobilo današnji oblik, moramo se malo obazreti na napredak, što ga je čovjek u to vrieme postigao u poznavanju munjine i njene naravi. God. 1708. opazi Wall vrlo zanimiv pojav, koji dotle nije bio poznat. Ako se jantar natare, pa mu se primaknemo prstom, to skoči iz jantara u prst iskrica uz maleni štropot.

Englezki fizici Gray i Wehler opaziše prvi god. 1727., da munjina, što se n. pr. trenjem u jantaru porodi, u njeke

predmete lahko predje i kroz njih prodje u druge, pa nazvaše takve predmete dobrimi vodići munjine, dočim su za one rekli, kroz koje munjina nemože preći, da su loši vodići munjine. Oni nadjoše, da su dobri vodići munjine sve kovine, mnoge tekućine, te životinjsko tielo, dočim pronadjoše, da su staklo, smola, svila, sumpor, alem, ulja itd. loši vodići. Tim si možemo protumačiti, zašto mora kovni valjak ili kruglja, na kojoj hoćemo sakupljati munjinu, stajati na staklenih nogah ili zašto ju moramo objesiti na svilenu nit. Staklo i svila su loši vodići munjine, pa munjina nemože iz valjka



Sl. 9. Nolletovo munjilo.

ili kruglje kroz njih otići u zemlju. Mi kažemo, da je dotični valjak ili kruglja izolirana, što neznači drugo, nego da su te stvari tako postavljene, da munjina nemože iz njih izići. Na ovom mjestu treba još spomenuti, da munjinu možemo sakupljati samo na okruglih predmetih, kao što su kruglje i valjci, jerbo kroz svaki šiljak munjina sasma lahko izlazi iz tiela. Ako ima i najveća kruglja samo mali šiljak, pa ako je i najbolje izolirana, to nemožemo na toj kugli ništa munjine sakupiti, jerbo će sva odmah, čim u kruglju dodje, kroz šiljak u zrak uteći.

Ogledamo li se medju lošimi vodići, to ćemo odmah viditi, da su to upravo ona tjelesa, koja je Gilbert pronašao, da ih možemo trenjem učiniti munjevnimi. Iz toga zaključi Grey, da se samo u loših vodićih može trenjem stvarati munjina, u dobrih ne. Ovo krivo mnienje izpravi francezki fizik Dufay, koji pokaza, da svako tielo možemo učiniti munjevno, samo da ga treba tako uzeti ili izolirati, da stvorena munjina iz njega nepobjegne; treba dobre vodiće, kao n. pr. kovine primiti držalom od stakla ili smole. Ako kovni štap jednostavno rukom primimo, to se u njem doduše trenjem razvija munjina, ali pošto je kov dobar vodić, to razvita munjina odmah predje iz njega u naše tielo, a pošto je i ono dobar vodić, to prodje munjina kroz tielo u zemlju, gdje se onda izgubi. Već ovim tumačenjem stekao si je Dufay velike zasluge za znanost, ali ovom odličnom francezkom fiziku imamo se još mnogo više zahvaliti. On je bio prvi, koji je mnogobrojne već poznate pokuse sabrao u neku cjelinu, te ih raztumačio i tim prvi stvorio teoriju o munjini, i to teoriju, koja nam još danas sasvim lahko tumači sve munjevne pojave. On je izrekao sliedeća dva temeljna zakona munjine:

1. Munjevna tjelesa privlače k sebi sva tjelesa, koja još nisu bila munjevna. Privučeno tielo postane u dodiru samo munjevito i u isti čas odskoči, jer ga prvo tielo odbije.

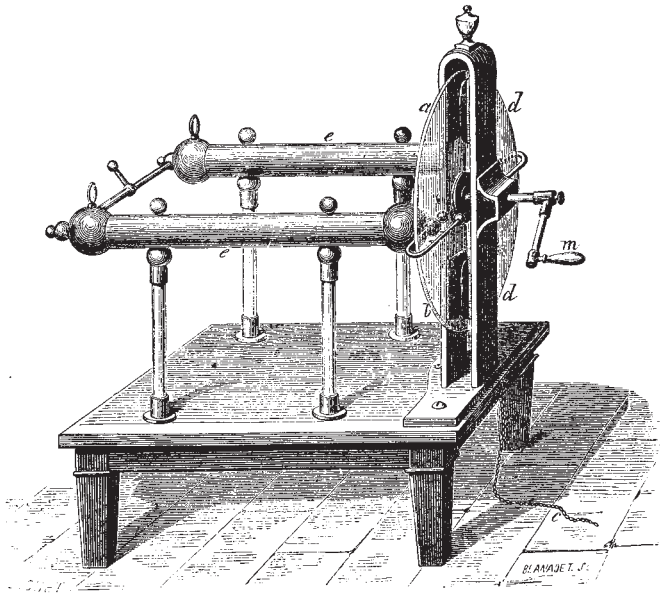
2. Ima dvie vrsti munjine: munjina **stakla** i munjina **smole.** Obie ove vrsti nisu jednake. Sva ona tjelesa, koja imadu u sebi munjinu stakla ili munjinu smole odbijaju se medjusobno, dočim tielo, u kom je munjina stakla, privlači k sebi drugo tielo, u kom je munjina smole. Jednake se munjine dakle odbijaju, a nejednake se privlače.

Sasvim je ovo slično onom pojavu kod magneta, gdje se jednaki krajevi magnetične igle odbijaju, a razni krajevi privlače. Ušlo je u običaj, da se munjina stakla nazivlje pozitivnom munjinom, a munjina smole negativnom munjinom.

Svako tielo u svom običnom stanju ima u sebi obie vrsti munjine, ali dok se one zajedno drže, upravo je kao da ih nebi bilo, mi ih nemožemo opaziti. Kada taremo stakleni štap, to onda razstavljamo u njem pozitivnu munjinu od negativne. Negativna munjina prodje kroz krpu i kroz naše tielo u zemlju, a u staklu ostane sama pozitivna munjina, i sad ju tek možemo kao munjinu opaziti. Imamo li dva jednako velika tiela, jedno pozitivno a drugo negativno munjevno, pa je stavimo u doticaj, tako da munjina može iz jednoga prelaziti u drugo, to će se obie munjine spojiti, pa ako uz to ima od jedne i druge munjine ista množina, to će nam se pričinjati, kao da u oba tiela neima više nikakove munjine.

Vratimo se sada opet k munjilu. Oko god. 1768. sastavi englezki optik Ramsden veoma zgodno munjilo. Mjesto staklene kruglje ili valjka, kako smo ih kod prijašnjih munjilah opazili, uze on okruglu staklenu ploču, koju je mogao ručkom kretati oko njezine osi. Ploča se je svojim kretanjem ribala o četiri kožnata jastučića, koja su bila izpunjena konjskom dlakom. Trenjem razvila se je munjina u staklenoj ploči, pa je onda iz ploče prešla u dva valjkasta konduktora od kovine; konduktori su bili izolirani, t. j. stajali su na staklenih noguh, tako da iz njih nije mogla munjina izlaziti. Ova sprava mnogo se je rabila po čitavoj Europi, a i munjilo, kojim se danas služimo, sasma joj je slično. Na sl. 10., koja nam prikazuje moderno munjilo, vidimo staklenu ploču *a b c d*, koju možemo kretati ručkom *m*. Izmedju *a* i *c*, te *b* i *d* nalaze se kožnati jastučići, namazani sa amalgamom. Amalgam taj jest spoj tutije i kositra sa živom; poznato je, da se mnoge kovine raztapaju u živi kao sol u vodi, pa da se onda s njom spajaju u tvrda tjelesa. Spomenuti jastučići pritištu ponješto staklenu ploču, pa tako nastaje ribanje, kada se staklena ploča stane okretati. Nadalje vidimo dva kovna valjka *e*, koji stoje na staklenih noguh; to su konduktori ili sakupljači munjine. Sada da vidimo, kako ovo munjilo djeluje. Pozitivna munjina, koja se je trenjem na

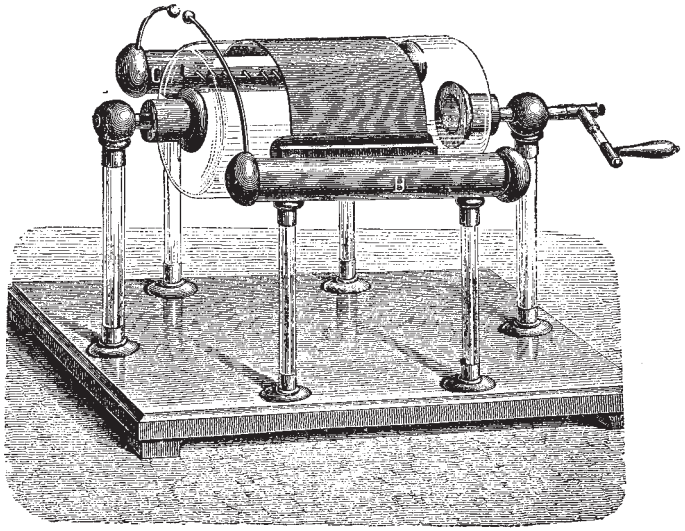
staklenoj ploči razvija, stane razstavljati na valjku pozitivnu od negativne munjine, te negativnu k sebi privlačiti. Negativna ova munjina predje kroz kovne šiljke sa valjka na ploču, pa se na ploči sa pozitivnom munjinom spoji i izjednači. Na kovnom valjku ali ostane upravo onoliko pozitivne munjine, koliko je iz njega negativne izašlo. Dalnjim trenjem ploče izlazi iz valjka sve više negativne munjine, ali zato u njem ostaje i nakuplja se sve više pozitivne munjine.



Sl. 10. Naše munjilo.

Spomenuti ćemo samo još jedno munjilo, koje služi većinom u Englezkoj. Napravio ga je početkom ovoga stoljeća Nairne, a razlikuje se od prije opisanoga munjila glavno u tom, što ima mjesto okrugle ploče stakleni valjak. Naša slika 11. prikazuje nam ovo munjilo. Čim dulje krećemo kotač, tim se više munjine sabire na konduktoru, pa će konduktor svojom munjinom lahke predmete već iz daleka k sebi privlačiti, ali

će ih isti čas, čim od njega prime munjinu, odmah i odbiti. Približimo li konduktoru prst, to će unj priskočiti jaka iskra. Mi možemo pače od našega tiela napraviti konduktor, te ga tako napuniti munjinom, da će iz njega iskre skakati. Treba se samo postaviti na stolčić sa staklenimi nogami, tako da nam bude tielo izolirano od zemlje. Ako se sada uhvatimo rukom za konduktor, to će munjina iz konduktora prelazit u naše tielo, te će se u njem sakupljati, jer nemože iz njega u zemlju

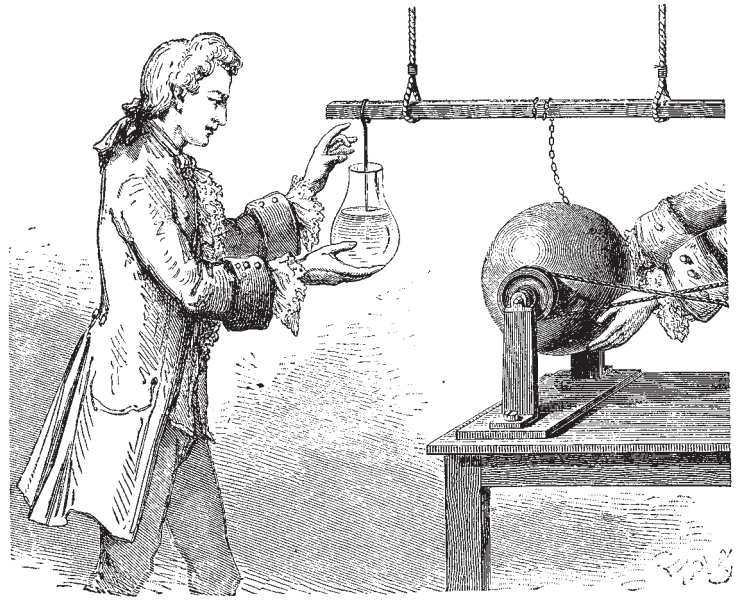


Sl. 11. Nairnovo munjilo.

prolaziti. Mi nećemo ni očutiti, da nam se u tielu sakuplja munjina, tek u zrcalu možemo opaziti, kako nam se je kosa nakostrešila, jer su svi vlasi nabiti istom munjinom, tako da jedan drugoga odbija od sebe. Približi li nam tko ruku, to će izmedju nas dvojice preskočiti munjevna iskra, a mi ćemo očutiti, kao da nas je na onom mjestu, gdje je iskra preskočila, njetko iglom bocnuo. Hoćemo li da nam pokusi s munjilom podju dobro za rukom, treba praviti te pokuse za suha vremena ili u suhoj zakurenoj sobi. Ako je zrak vlažan, t. j. ako

ima mnogo para u njem, to će pare kao dobri vodići munjine neprestano odvadjati munjinu iz konduktora, a u samom konduktoru neće se je onda mnogo nakupiti.

Kako spomenusmo, munjevno tielo gubi svoju munjinu u zraku, osobito ako je zrak vlažan, jerbo su vodene pare dobar vodić munjine. Musschenbroek, fizik u holandezkom gradu Leydenu, vodio je jednom munjinu u vodu, koja je bila u



Sl. 12. Musschenbroekov pokus: svadjanje munjine u vodu.

staklenoj boci. On se je nadao, da se munjina iz vode neće tako skoro izgubiti u zrak, pošto je okružena skoro sa svih strana staklom, koje je, kako je poznato, loš vodić. Kada je Musschenbroek htio odaljiti bocu od munjila, te u tu svrhu držao jednom rukom bocu a drugom se dodirnuo žice, kojom je munjina iz munjila u bocu prelazila, očuti iz nenada tako silan udarac u rukama i prsima, da je pomislio, da mora od toga umrieti. Poslije je jednom prilikom kazao, da nebi toga pokusa

*

opetovao, sve da mu ponude francuzku krunu. Na našoj sl. 12., koja nam pokazuje taj pokus, vidimo munjilo, kako ga je izveo abbé Nollet, koje se je u Francuzkoj mnogo rabilo. Staklena kruglja kreće se pomoćju kotača, koji na slici nevidimo. Na kruglju pritisne jedan čovjek ruke. Okretanjem kruglje stvori se u njoj munjina, koja onda kroz lanac predje na konduktor.

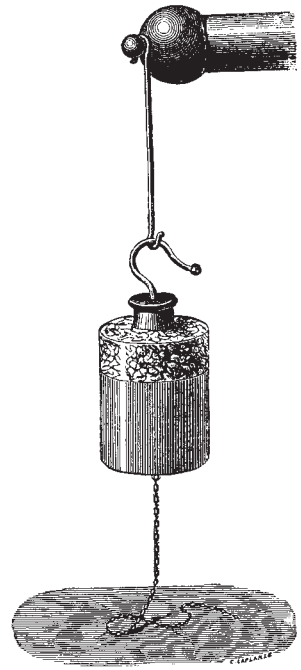
Sl. 13. Abbé Nollet izvadja svoj pokus sa munjinom.

Konduktor sam imao je oblik pruta, a visio je na svilenih koncih, da iz njega munjina nepobjegne.

Abbé Nollet u Parizu nije imao mira, dok nije Musschenbroekov pokus sam na sebi opetovao. I zbilja pošao mu je tako dobro za rukom, da mu je uslied udarca boca izpala iz ruku. Skoro zatim izvede Nollet isti pokus u Versaillesu pred francuzkim kraljem. Ciela kumpanija francuzke garde od 240 momaka morala je tom sgodom napraviti tako zvani lanac

tim, da je jedan vojnik drugomu ruku dao. Nollet je jednom rukom držao bocu a drugu je ruku dao prvom vojniku u lancu; posljedni momak je dirnuo žicu u boci i isti čas oćuti svih 240 momaka udarac, koji dakako nije bio tako jak, kao što bi bio, da je samo jedan čovjek bocu izpraznio. (Sl. 13.)

Za ovaj pokus dakle morala je boca biti iz nutra puna vode, a iz vana morala se rukom pritisnuti. Englezki fizik Bevis opazi na skoro, da voda i ruka pri boci igraju samo ulogu vodića, da ih čovjek može zamieniti i drugimi vodići, pa da će isti uspjeh postići. Treba samo bocu iz nutra obljepiti jednim, a iz vana drugim dobrim vodićem munjine, pa je stvar gotova. Čine to tako, da se boca iz vana i iz nutra obloži staniolom, t. j. tankim u listove razvučenim kositrom. U tako priredjenu bocu metnu štapić od kovi, a na štapić se objesi lančić, koji dosiže do obložena dna boce. Na gornjem kraju ima taj štapić obično kruglju. Takova boca naziva se po gradu Leydenu, u kojem ju je, kako znamo, Musschenbroek sasma slučajno prvi put odkrio, lajdenskom bocom. (Sl. 14.)

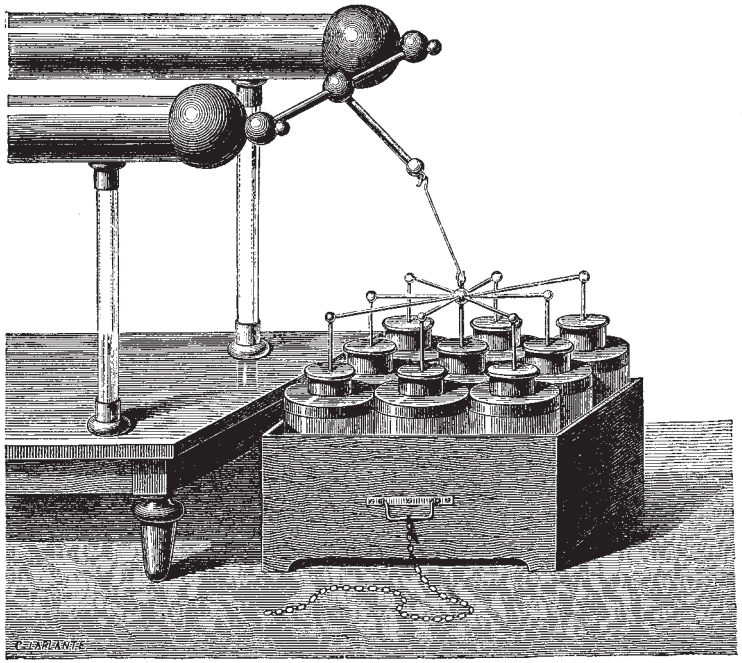


Sl. 14. Lajdenska boca obješena na konduktoru munjila.

Spojimo li više ovakovih boca u jedno, to ćemo moći sakupiti mnogo više munjine, a takovu spravu zovemo lajdenskom baterijom. (Sl. 15.)

Dugo su se europejski fizici uzalud mučili, da si raztumače Musschenbroekov pokus, ali im to nije pošlo za rukom. Istom slavni Amerikanac Benjamin Franklin raztumači ovaj pojav. Stavimo li kovni prut lajdenske boce u dodir s

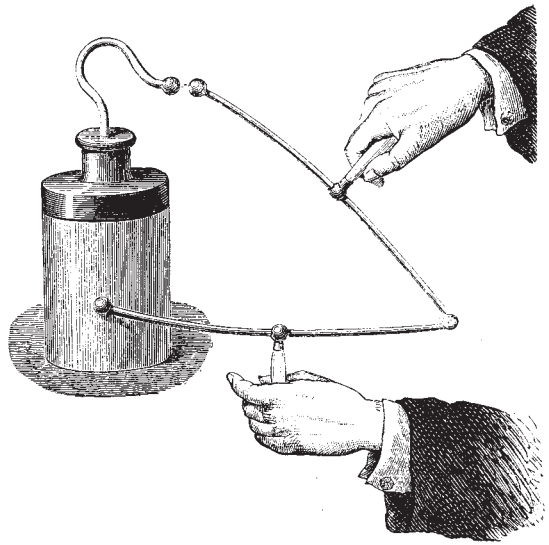
konduktorom munjila, to će s ovoga prelaziti pozitivna munjina kroz prutić u nutarnji staneolni oblog boce. Ova munjinja razstavlja kroz staklo munjinu vanjskoga obloga: protivnu negativnu munjinu privlači k sebi, a jednaku pozitivnu odbija, tako da ova bježi u zemlju. Na taj se način sakuplja pozitivna munjina na nutarnjem, a negativna na izvanjskom oblogu lajdenske boce. Ove dvie munjine bi se jako rado spo-



Sl. 15. Lajdenska baterija.

jile, ali nemogu, pošto je medju njima staklo, kroz koje munjina nemože proći. Uhvatimo li bocu jednom rukom, pa se drugom rukom dotaknemo pomenutog kovnog štapića, koji je u savezu s nutarnjim oblogom, kako je to i Musschenbroek učinio, to će se pozitivna i negativna munjina kroz naše tielo spojiti, a tim spajanjem ćemo osjetiti onaj jaki udarac. Mi velimo onda, da smo lajdensku bocu izpraznili kroz naše tielo.

Bilo bi jako neugodno, kad bi svaki put morali tako bocu sami izpraznjivati. Svakako je najzgodnije bocu tako izprazniti, da kakvom žicom spojimo štapić sa vanjskim oblogom. Osobito je dobar u tu svrhu odponac sa staklenimi ručkami, kako ga vidimo na našoj slici 16. Uz njega smo sigurni, da munjina neće proći kroz naše tielo. Ako je lajdenska boca jako nabita, t. j. ako ima na nutarnjem oblogu mnogo jedne a na vanjskom oblogu mnogo druge vrsti munjine, pa ju onda izpraznimo, to će se obie mu-



Sl. 15. Izpražnjenje lajdenske boce sa odponcem.

njine spojiti jakom munjevnom iskrom uz prasak. Ovakovom iskrom možemo probiti staklo, drvo, papir itd., te upaliti lahko upaljive stvari, kao n. pr. vinovicu. Ako pustimo takvu iskru kroz tanku željeznu žicu, to će se žica zažariti i raztaliti. Svi ovi pokusi su jako zanimivi, samo valja uviek paziti, kada radimo sa lajdenskom bocom, da nedotaknemo slučajno u isti čas nutarnji i vanjski oblog, jer bi dobili udarac, koji bi nam na dugo vremena omrazio slične pokuse.

Munjovod.

Benjamin Franklin. — Pokus u Marlyu. — Reichmannova smrt. — Romasovi pokusi. — Odkuda munja? — Kakav mora biti munjovod.

Kada čovjek prvi put vidi iskru, koja iz konduktora ili iz lajdenske boce skače, i nehotice će pomisliti na munju, na bljesak, koji žari i tali kovine, probija i pali drvo, te ubija

Sl. 17. Benjamin Franklin.

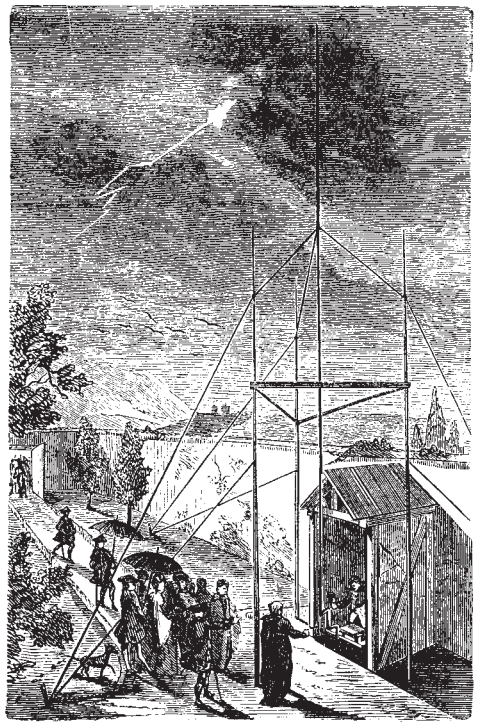
ljude i životinje. I zbilja bliesak nije drugo nego velika munjevna iskra. Na tu misao došla je većina fizika, koji su se bavili munjinom, ali prvi ju je jasno izrekao i pokusi dokazao slavni Amerikanac Benjamin Franklin. (Sl. 17.) Franklin se je rodio u Bostonu god. 1706. od siromašnih roditelja. Ponajprije bio je on naučnikom u njekoj tvornici svieća, onda je postao tiskarom, te je sam otvorio tiskarnu u Filadelfiji. Država Pensilvanija u sjevero-amerikanskih sjedinjenih državah izabra ga zastupnikom, a poslije predsjednikom svoje narodne skupštine. Kao predsjednik mnogo je radio, te si je

Sl. 18. Gjuro Ljud. Buffon.

stekao velikih zasluga za proglašenje neodvisnosti sjedinjenih amerikanskih država. Došav u Francuzku, da zatraži pomoći za svoje zemljake, koji su se borili za svoju neodvisnost proti Englezom, primiše ga silnim slavljem.

Uza svoj politički rad dospio je taj veleum takodjer, da se bavi i znanstvenim iztraživanjem, te je god. 1751. izdao u Londonu knjigu pod naslovom: „Pisma o munjini“, gdje je dokazivao sličnost medj munjevnom iskrom i bljeskom. U toj

knjizi navadja on sliedeće: „Bljesak je sasvim sličan munjevnoj iskri, jer ova posljedna ide isto onako prekinutim pravcem kao i bljesak. Striela najvoli udariti u visoke i šiljaste predmete, isto tako kao što i munjina najlaglje prolazi kroz šiljke. Striela najradje ide kroz dobre vodiće, upravo tako kao i munjina. Striela zapaljuje gorive tvari, tali kovine, trga drvo, ubija životinje, a to sve čini takodjer munjevna iskra.“



Sl. 19. Pokus u Marlyu na željeznom stupu za vrieme oluje.

Franklin podje još za korak dalje; on izreče misao, koja nam je današnje munjovode stvorila. On reče, kad bi za oluje gdjegod ustobočili velik željezni prut, pa ga željeznom žicom spojili sa zemljom, onda bi možda munjina iz oblaka prelazila u željeznu šibku, pa bi tim zapriečili udaranje gromova u zemlju.

Kraljevsko družtvo znanosti u Londonu, komu je Franklin svoje djelo predložio, očitova, da je to veliki nesmisao, htjeti željeznim prutom zaustaviti munju. Uzprkos nepovoljnom sudu toga učenoga družtva nadje Franklinova umisao u Englezkoj i Francuzkoj mnogo odziva, a osobito u Francuzkoj, gdje si je Franklin stekao kao pristašu glasovitog prirodoslovca Buffona. (Sl. 18.) Buffon potaknu svoga prijatelja Dalibarda, da prevede Franklinovo djelo na francuzki jezik, i da se sam pokusom osvjedoči, da li Franklin pravo misli. Dalibard podigne u vrtu svoje kuće u Marlyu blizu Pariza, visoki željezni prut, koji bijaše na gornjem kraju šiljast, a na dolnjem kraju smolom izoliran od zemlje. 10. maja 1752. silna se oluja nadvi nad Marlyem. Dalibard bijaše slučajno u Parizu, ali je ostavio u Marlyu pouzdana čovjeka, njekoga Coiffiera, koga je podučio, što će raditi za slučaj oluje. Ovaj približi prutu malu željeznu šibku sa staklenim držalom, a iz pruta skoče dvie iskre. On pozove odmah susjede, i ovi vidiše u čudu, kako Coiffier neprestano vadi iz željeznog pruta munjevne iskre. (Sl. 19.) Poslije ovoga pokusa, nije bilo više dvojbe o tom, da je Franklinovo mnienje sasma izpravno, i zato primiše u francuzkoj akademiji znanosti velikim veseljem izvješće, koje im je o tom pokusu podnio Dalibard. 19. maja iste godine izvede sam Buffon u svom dvorcu Moutbard isto takov pokus, i to s istim uspjehom.

Da su ovakovi pokusi jako pogibeljni, pokazao je užasan konac profesora Reichmanna, člana carske akademije znanosti u Petrogradu, koga je kod ovakova pokusa munja ubila. Reichmann je postavio nad svojom kućom željezni prut, koji je prolazio kroz krov i strop u njegovu sobu. (Sl. 20.) Prut bijaše dobro izoliran, tako da je sva munjina, koju je svojim šiljkom iz oblaka povukao, ostala u prutu. 6. augusta 1753. bjesnila je nad Petrogradom silna oluja. Reichmann je sa svojim pomoćnikom Sokolovom mjerio jakost munjine u prutu. Na nesreću se odveć prutu primakne, tako da ga je udarila silna munjevna iskra u čelo, i on bijaše isti čas mrtav.

Benjamin Franklin nezadovolji se ovimi pokusi, on zamisli, kako bi dobio munjinu iz mnogo veće visine, nego se je to moglo postići željeznim prutom, s toga on napravi tako zvanog munjevnog zmaja. (Sl. 21.) Svatko pozna zmaja, kako si ga dječaci prave od papira, te ga za vjetra puštaju u visinu, držeć ga na dugom konopcu. Munjevni zmaj nije se u ničem razlikovao od ovoga, već samo u tom, da je imao na gornjem kraju kovni šiljak, koji je imao upijati zračnu munjinu. Jednoga dana mje-

Sl. 20. Smrt profesora Reichmanna u Petrogradu 6. aug. 1753.

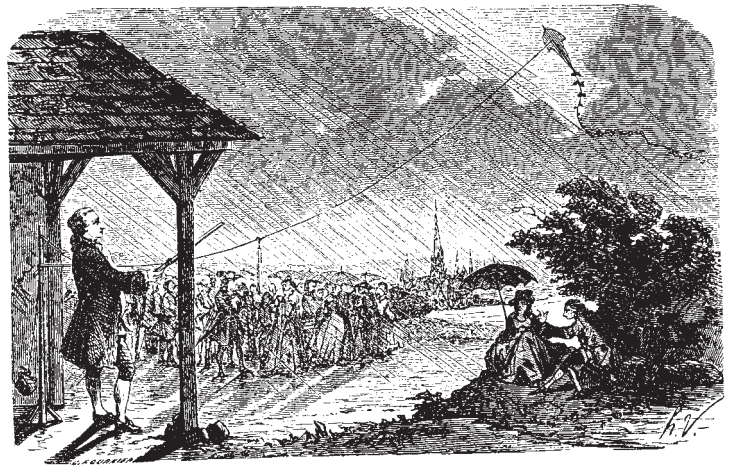
seca junija god. 1752. upravo prije oluje uputi se Franklin sa svojim sinom na njeku livadu blizu Filadelfije, te pusti zmaja

Sl. 21. Franklinov munjevni zmaj.

u zrak. Na kraj konopca, koji je od zmaja visio, priveže željezni ključ, a sam ključ držao je na svilenoj niti. Iz početka

nije ništa opazio. Istom kada je kiša počela škropiti, te se je konopac smočio, pa s toga bolje vodio munjinu, stadoše iskre frcati iz željeznog ključa, kadgod bi mu se bio prstom približio.

Isti pokus učini god. 1753. Romas, fizik u francuzkom gradiću Néracu, još boljim uspjehom, pošto je konopac, na kojem je zmaja držao, obavio bakrenom žicom, koja izvrstno vodi munjinu. On je dobivao iskre, koje su više od jedne stope daleko skakale, a pri tom se je čuo neprestan prasak udarajućih iskara, sličan stropotu u kakovoj kovačnici. (Sl. 22.) Cieli konopac zmaja bio je okružen svietlom munjine, koja je iz



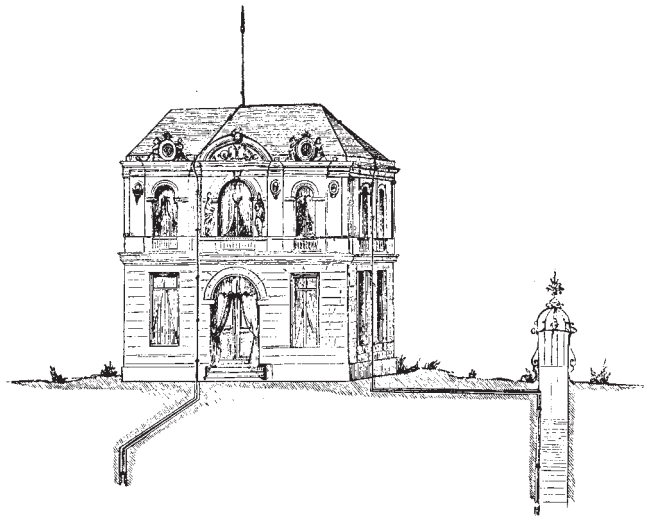
Sl. 22. Romasov pokus sa munjevnim zmajem.

njega sipila. Kada je Romas vidio, da se je toliko munjine sakupilo u njegovoj žici, uvidi on, da nije probitačno dalje iz žice iskre vaditi, s toga se odalji. Čim je to učinio, udari silna iskra iz žice u zemlju uz prasak, sasma sličan gromu. Sreća za Romasa, da nije bio blizu, jer inače bi ga možda bila ista sudbina stigla, kao petrogradskoga fizika Reichmanna.

Godine 1757. opetovao je Romas svoje pokuse, te je pri tom vadio iz žice iskre, koje su devet do deset stopa daleko skakale, a svaka iska udarila je praskom kao hitac iz kubure.

Svjetina motreća Romasove pokuse, snebivala se je od užasa, gledajuć, kako se on smjelo igra s munjom i gromovi. Smjela ova igra urodi krasnim plodom, ona dokaza, da munja zbilja nije drugo nego velika munjevna iskra i da slabi i neznatni čovjek može ovu silnu munjevnu iskru prinukati kovnim šiljkom i žicom, da mirno podje u zemlju, a da mu nepali krova nad glavom, jednom riečju: iznadjen bi munjovod.

Prva ovakova sprava napravljena bi god. 1760. po Franklinovu naputku za kuću njekoga trgovca u Filadelfiji. Bila je



Sl. 23. Munjovod, sveden u zdenac.

to željezna šibka, $9^1/_2$ stopa duga, na kraju zašiljena, a postaviše ju okomito nad krov kuće. Od željezne šibke spuštao se je željezni prut sve do zemlje, gdje su ga 4 do 5 stopa duboko zakopali. Malo je vrieme potrajalo i striela udari u taj munjovod, te prodje željeznim putem u zemlju i neučini na kući nikakove štete. (Sl. 23.)

Zanimivo je kako je sviet primio munjovod, koji se je evo već prvi put tako odlikovao. Amerika pozdravi ovaj krasni izum svoga zemljaka Franklina velikim uzhitom, jer uvi-

diše, da je ovaj izum sreća za cielo čovječanstvo ; u Europi pako naidje on na znatan odpor, koji je više godina trajao. Da vidimo razloge, s kojih se Europa opiraše uporabi munjovoda. U Englezkoj mrzi̇še Franklina, kao jednoga od najoduševljenijih boraca za neodvisnost sjedinjenih sjevero-amerikanskih država proti englezkom gospodstvu. Tu mržnju prenesoše Englezi i na njegov izum. Kada englezki učenjaci već uvidiše, da nekoristi boriti se proti Franklinovu izumu, tad su gledali, da ga bar ma kako promiene. Oni rekoše, da je opasno, što se munjovod svršava šiljem, nego da ga treba dovršiti krugljom. Naravno, da ovaj izpravak svagdje primiše velikim smjehom, jerbo se je već onda znalo, da upravo kroz šiljak munjina najlaglje prolazi.

Ni u Francuzkoj nije bilo bolje. Abbé Nollet, koga smo već spomenuli kao fizika, koji se je mnogo bavio munjinom, bio je na nesreću takodjer Franklinov protivnik. On se izjavi proti munjovodu, a pošto je u ono doba ciela Francuzka smatrala Nolleta prvim poznavaocem munjine na svietu, to se nećemo čuditi, da Francuzi nehtjedoše uvesti munjovoda u svoju zemlju, tobože da je to jako opasna sprava. — Istom god. 1782. uvedoše munjovod u južnoj Francuzkoj, a pošto se je pokazalo, kako je ta sprava koristna, razširio se on do skora po cieloj zemlji. U Englezku prodro je istom god. 1788., i od toga časa razširio se je čitavom Europom tako, da je Franklin mogao sarkastički reći: „Gospodin abbé Nollet tako je dugo živio, da je mogao biti zadnji protivnik munjovoda“.

Pripoviedajuć povjestničkim redom, kako je čovjek uzumio i izveo munjovod, spomenuli smo i munjinu, koja se u zraku nalazi, munjinu, koju mi nazivljemo zračnom munjinom. Mi znamo, da u zraku neima umjetnih sprava, koje bi munjinu stvarale, pa ipak se ona tamo razvija i nakuplja; oblaci ju kao konduktori sakupe, pa odatle onda kao zmija u velikih iskrah skače sad od oblaka do oblaka, sad opet od oblaka na zemlju. Neima, kako rekosmo, u zraku umjetnih munjila, ali ipak se na zemlji i u zraku neprestano dogadjaju promiene, koje

mogu munjinu stvarati. Na zemlji se neprestano voda izparuje; vodene pare se u zraku sgušćuju i tvore oblake, pa tim stezanjem i raztezanjem razvija se znatna množina munjine, a neima dvojbe, da uz to djeluju druge, nam nepoznate sile. Munjina, što se je jedanput u zraku stvorila, sakuplja se u oblacih upravo kao u naših konduktorih. Munjina ta sad je pozitivna sad negativna. Ima oblaka, koji su puni pozitivne munjine, a opet drugih, koji su nabiti negativnom munjinom. Približe li se ovakova dva oblaka jedan drugomu, to će se protivne munjine spojiti, preskočiti će naime iz jednoga u drugi munjevna iskra. Mi kažemo, da je munja udarila iz oblaka u oblak.

Uzmimo drugi slučaj, da se naime oblak pun munjine približi k zemlji. Kazali smo već u članku o munjini, da svako tielo ima u sebi obie munjine, pozitivnu i negativnu, ali da su te munjine tako medj sobom združene, da ih nemožemo opaziti. Kao u svakom drugom tielu, tako i u našoj zemlji nalaze se obie munjine. Približi li se našoj zemlji oblak, koji je na primjer napunjen pozitivnom munjinom, to će pozitivna munjina iz oblaka privlačiti k sebi negativnu munjinu zemlje, ali će ujedno odbijati njenu pozitivnu munjinu. Negativna munjina u zemlji će nastojati, da se što više približi oblaku, s toga će ona zaći na visoke predmete, u vrhove kuća, tornjeva, stabala, te se ovdje sve više nagomilavati. Na oblaku će se u isto vrieme munjina sve više sakupljati na onoj strani, koja je k zemlji okrenuta.

Kada se s jedne strane na zemlji, a s druge strane na oblaku nakupi toliko munjine, da im zrak, koji je medj oblakom i zemljom, već nemože priečiti, da se sjedine, onda se one spoje silnom munjevnom iskrom, i mi kažemo, da je na onom mjestu munja udarila u zemlju. (Sl. 24.)

Naidje li munjevna iskra na svom putu na loš vodić, to ga tako ugrije, da se on i zapali, kao što se to često dogadja, da munja upali slamu, drvo i kuću. I dobar vodić ugrije munja, kada krozanj prolazi; tanku željeznu žicu će munja raztaliti, dočim će deblju šibu samo ugrijati.

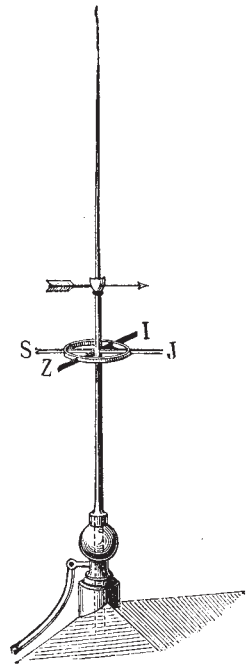
Udari li munja u stablo, to ona najradje prolazi kroz liko, koje se nalazi izmedj kore i drveta, i to zato, jer je liko u stablu jako vlažno, a vlaga je dobar vodić munjine. Voda se u liku od munjine ugrije i naglo u paru pretvori, tako da ta para najvećom silom kroz koru prodre, pa ju svu razkida i

Sl. 24. Munja udara u munjovod.

razdere. Zato obično i vidimo, da je na stablu, u koje je grom udario, kora sva razkidana.

Da vidimo sada, kako djeluje munjovod. U predjašnjem članku govorili smo već o tom, kako munjina osobito lahko prolazi kroz šiljke, pa upravo na tom svojstvu osniva se djelovanje munjovoda. Kroz njegov šiljak će neprestano izticati

munjina i uništavati protivnu munjinu u oblaku. Tako djeluje munjovod mirno i odklanja polagano pogibelj od kuće, koju ima braniti. Riedak je slučaj, da munja zbilja udari u munjovod, a to se dogadja samo onda, kada ima toliko munjine u zraku, da se ona nemože polagano izravnati s munjinom zemlje, a i to biva obično samo kod munjovoda, koji nisu dobro uredjeni. S toga valja osobito točno paziti, da budu svi dielovi munjovoda u podpunom redu, jerbo nevaljan munjovod više škodi nego koristi. Kod valjano sastavljenog munjovoda (Sl. 25.) valja paziti na troje. Prvo, treba da bude šiljak dosta oštar, ali ne pretanak, da ga munja lahko neraztali, i tim nepokvari munjovod. Šiljak nesmije biti od kovine, koja na zraku hrdja, jer hrdjava kovina nevodi dobro munjinu, pa kroz takav šiljak nebi ona mogla lahko izticati. Radi toga prave šiljak munjovodu od platine, jer platina na zraku nikada nepohrdja. Drugo, valja paziti na to, da bude munjovod dobro spojen sa zemljom, tako da munjina iz zemlje može sasvim lahko sa svih strana u munjovod doticati, zato je najbolje, da se munjovod svede do kakove vode, koja je u blizini kuće, najbolje u kakvu rieku ili potok, ili ako toga neima, barem u zdenac ili u vlažno zemljište. (Sl. 26.)

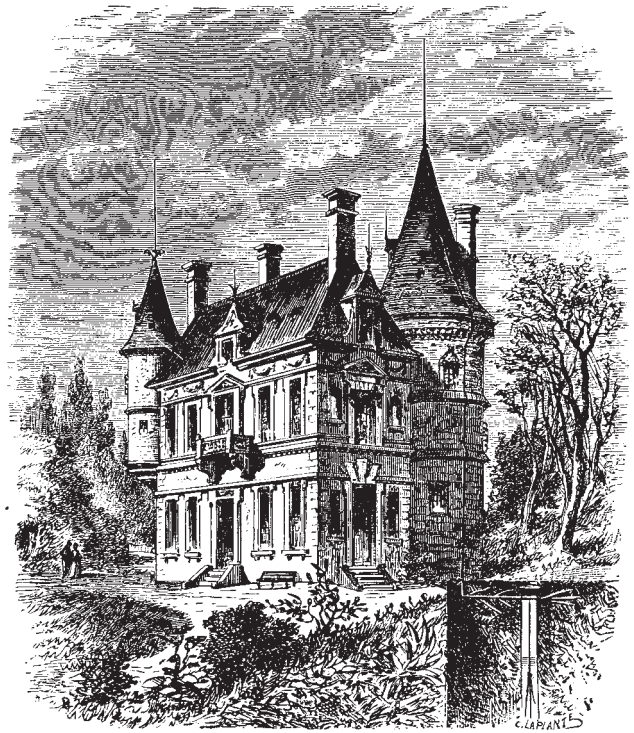


Sl. 25. Munjovod.

Napokon valja još i na to paziti, da munjovod nebude nigdje prekinut, jerbo onda dakako nebi munjina mogla odticati. Samo munjovod, koji udovoljuje svim ovim uvjetom, sigurnom je obranom naše kuće. Ali i ovakov munjovod treba od vremena do vremena pregledati, da li se nije što na njem po-

kvarilo, a nesmije se to osobito onda propustiti, ako je striela u njega udarila.

Naglasili smo, da djelovanje munjovoda sastoji poglavito u tom, što munjina lahko izlazi kroz šiljke. S tim svojstvom stoji u savezu jedan pojav u prirodi, koji se je već više puta



Sl. 26. Munjovod, sveden u vodu.

prije bure opazio. Vidjeva se kadkada, kako šiljci od zvonika ili od jarbola na brodu pred burom svjetlucaju, kao da iz njih plamenčak skakuće. Zovu to svjetlom sv. Ilije. Pojav taj nam je sada lahko protumačiti. Munjeviti oblaci privlače munjinu iz zemlje, pa ta munjina neprestano prolazi kroz šiljke u zrak,

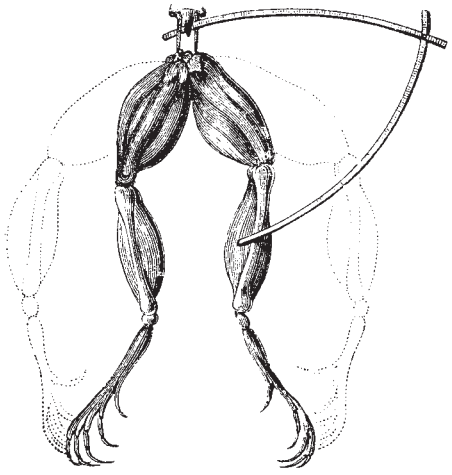
Sl. 27. Svjetlo sv. Ilije.

da se sa munjinom zraka i oblaka spaja, pa tako neprestano svjetluca. (Sl. 27.)

Munjevna struja.

Gulvani. — Volta. — Galvanski članak. — Učinci struje, kemički, fizički. — Munjo-magneti, magneto-munjina.

Luigi Galvani, profesor anatomije na sveučilištu u Bologni (rodj. god. 1737., umro 1798.), objesio je o željeznu rešetku na krovu svoje kuće bakrenu žicu, a na žici visila su dva žabja kraka. Vjetar je mahao timi kraci, pa bi se oni svaki čas dodirnuli željezne rešetke. Svaki put, kada se je to dogodilo, počeli bi se kraci silno trzati, (Sl. 28.) kao da su živi. Galvani se je čudio tomu pojavu, te pomisli, da mu je uzrok neka životna munjina, koja da struji životinjskim tielom iz mišica u živce.



Sl. 28. Pokus Galvanijev sa žabjimi kraci.

Učenjaci one dobe pristaše uz Galvanievo mnienje, pa se nadje samo jedan, komu se nije svidjalo to tumačenje, a to bijaše Aleksandro Volta, profesor na sveučilištu u Paviji, rodjen g. 1745., umro g. 1827. (Sl. 29.) On protumači sasvim drugačije Galvaniev pokus. On je takodjer kazao, da je trzanju žabjih krakova uzrok munjina,

nu da to nije nikakova životna munjina, već da je to munjina, koja je nastala tako, što se s jedne strane dotiče bakar željeza, i što se s druge strane bakar i željezo dotiču tekućine i soka, koji se nalazi u žabjih kracih. Sada nasta ljuto kreševo medju pristašami Galvanievimi i Voltainimi. Prvi su tvrdili, da je izvor munjine u životinjskom tielu, dočim drugi

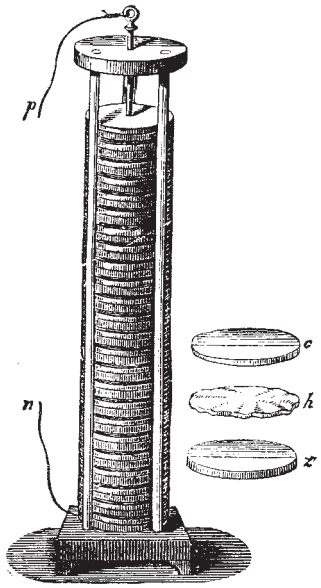
Sl. 29. Aleksandro Volta.

rekoše, da je pri tom životinjsko tielo samo u toliko krivo, što je vlažno, pa se munjina radja samo zato, što se s jedne strane kovine medjusobom dotiču, a što s druge strane dolaze kovine u dodir sa tekućinom.

Godine 1799., poslije šest godina borbe, porazi Volta svoje protivnike. On sastavi posebnu spravu, koja se po njem nazva

Voltin stup, koji mu je stvarao munjevnu struju bez pripomoći ikakove žabe ili druge životinje. (Sl. 30.) Tim Volta jasno dokaza svojim protivnikom, da je munjina kod Galvanieva pokusa nastala samo uslied dodira raznih kovina i kapljevina. [1]

Volta je znamenitu svoju spravu evo ovako sastavio. Na malenu okruglu pločicu od tutije (Sl. 30.) *z* stavio je vlažnu, isto tako veliku suknenu krpicu *h*; na krpicu je metnuo bakrenu pločicu *c*, na ovu došla je opet tutija, pa onda vlažno sukno, bakar itd., uviek izmjenice po prilici šestdeset puta. Time je sprava dobila oblik stupa, s toga joj je ime Voltin stup. U ovom stupu se dakle dotiče na jednoj strani bakar tutije, a na drugoj strani se dotiče i bakar i tutija kapljevine, koja se nalazi u suknu. Pri tom dodiru razvija se neprestano munjina; jedan dio munjine se sakuplja na dolnjem kraju stupa u tutiji, a drugi dio na gornjem kraju u bakru. Oba ova kraja na stupu zovemo mi polovi; ako sada spojimo obadva pola žicom (*n* i *p*) to će neprestano munjina od jednoga pola prelaziti k drugom, te će time nastati munjevna struja.

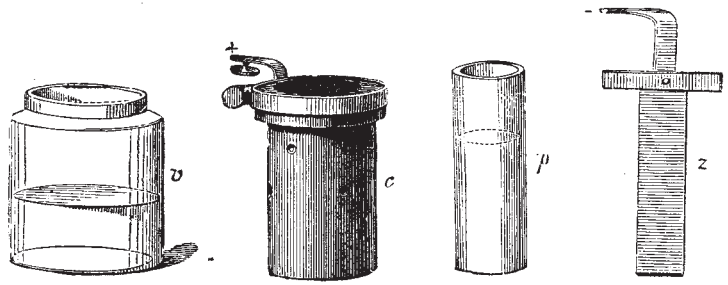


Sl. 30. Voltin stup.

Ovo je prva sprava, što si je čovjek izmislio, koja mu je proizvadjala munjevnu struju. Volta si je tom jednostavnom

[1] Talijanski učenjak Fabroni, koji nije pripadao k Galvanievim ni Voltainim pristašem, pripisivao je munjinu nastalu kod Galvanieva pokusa kemičkom djelovanju med kapljevinom životinjskog tiela i kovinom, ali se ovo njegovo mnienje izgubi u velikoj borbi spomenutih takmaca. Moramo priznati, da još ni sada nije riešena ova stvar, ali u najnovije doba sve više preotimlje mah misao, koju je Fabroni već onda bio izrekao.

spravom stekao neumrlo ime, jer je munjevna struja neizmjerno važna za napredak čovječanstva. Najljepši izumi novoga vremena osnivaju se na munjevnoj struji. Pomislimo si samo brzojav, električno svjetlo, telefon i mikrofon, galvanoplastiku itd., sve to ima zahvaliti svoj obstanak munjevnoj struji. Nu koliko i je Voltin stup za ono doba bio neprocienive važnosti, to on ipak nebi bio mogao zadovoljiti zahtjevom sadanjega vremena. Pomislimo samo onaj posao, dok se sve pločice jedna na drugu naslažu, a mora ih biti mnogo, inače je struja slaba. Kada smo tim poslom gotovi, to ćemo dobiti doduše munjevnu struju, ali ona će trajati samo kratko vrieme. Onda treba cielu spravu opet razstaviti, svaku pločicu dobro obrisati, pa onda

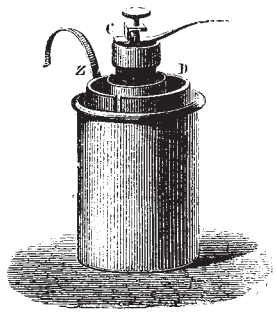


Sl. 31. Sastavni dielovi Bunsenovog galvanskog članka.

opet stup sastaviti. Radi toga Voltin stup više neupotrebljuju za proizvadjanje munjevne struje, on se u fizikalnih kabinetih čuva samo kao historička uspomena.

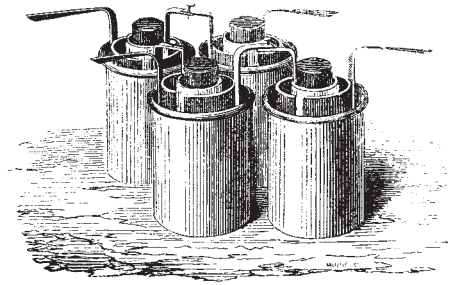
Da dobiju bolju spravu, koja će im dulje i više razvijati munjevnu struju, uzeše kasnije velike čaše, staviše u nje ploče od tutije i bakra, te uliše u nje jako razredjene kiseline, te tim dobiše tako zvane galvanske članke. Više galvanskih članaka spojilo se je pomoćju žica u galvansku bateriju. Ovi članci su imali doduše spretan oblik, ali uz to opet istu pogrieška kao Voltin stup, oni nebijahu naime stalni, t. j. munjevna struja bila je samo kratko vrieme jaka, do skora je sasvim oslabila. Ovomu doskoči Daniell, Grove, Bunsen i mnogi drugi svojimi stalnimi članci. Bunsenov gal-

vanski članak sastoji od četiri diela, koja vidimo na našoj slici, jedan do drugoga. (Sl. 31.): *v* je staklena posuda, u kojoj ima dušične kiseline, u ovu posudu stavi se šuplji valjak od ugljena *c*. U šupljinu ugljevnog valjka dodje posuda *p* od šupljikave gline, a u tu posudu se nalije razredjena sumporna kiselina i u nju postavi komad tutije *z*.



Sl. 32. Bunsenov članak.

Ovim dobi članak oblik, kako nam to pokazuje sliedeća slika. (Sl. 32.) Na kraju tutije je negativni, a na kraju ugljena je pozitivni pol toga članka. Spojimo li oba pola žicom, to će se u članku početi razvijati munjina, koja će tom žicom neprestano prolaziti od jednoga pola do drugoga, i tim ćemo dobiti neprekidnu munjevnu struju. Jedan samo takav članak daje slabu struju, zato se mora uzeti više članaka, te ih sdružiti u tako zvanu galvansku bateriju. To se lahko postigne tako, da se tutija prvog članka žicom spoji s ugljenom drugoga članka, a tutija drugoga članka opet s ugljenom trećega članka, i tako dalje sve do poslednjega članka. (Sl. 33.)


Sl. 33. Galvanska baterija.

Predaleko bi zašli u kemiju, kada bi htjeli, da raztumačimo, kako se kod Bunsenovoga članka razvija munjina, kako se tu spajaju i razstavljaju kemički spojevi, dosta budi da spomenemo, da se pri tom neprestano topi tutija u sumpornoj kiselini. Čim se više razvije munjevne struje, tim se više potroši tutije. Obistinjuje se pri tom ona viečna istina, da čovjek nemože ništa stvoriti,

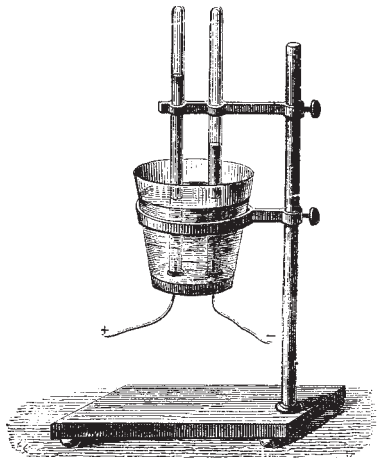
a da nebi pri tom što drugo potrošio, to jest, da nemože nješto iz ništa stvoriti. Stvaranje ove munjevne struje plaća on gubitkom tutije.

Nicholson i Carlisle učiniše 2. svibnja 1800. znamenito odkriće. Oni uzeše staklenu ciev, napuniše ju vodom, te ju sa svake strane zatvoriše čepovi. Kroz jedan i drugi čep uvedoše bakrenu žicu u ciev tako, da su se žice u cievi malo ne doticale. Na vanjskom kraju spojiše oni jednu žicu sa pozitivnim polom, a drugu žicu sa negativnim polom Voltina stupa. Munjina stade sada strujiti kroz žice od jednoga pola k drugomu polu. Ali kako žice u cievi nisu bile spojene, to je morala munjina, dok od jedne žice do druge dodje, komadić puta kroz vodu provaliti. Pa na tom putu kroz vodu učini munjina znamenite promiene. „Čim smo to učinili, pripovjeda Nicholson, odmah se počeše u cievi na jednom kraju žice razvijati mali zračni mjehurići, dočim je drugi kraj bakrene žice u cievi ponajprije izgubio svoj kovni sjaj, dok napokon nije sasvim pocrnio.“

Nicholson i Carlisle znali su si lahko protumačiti ovaj pojav. U to vrieme se je već znalo, da je voda sastavljena od dva plina, da je ona kemički slučena od vodika i kisika. Vodik se je izlučivao na negativnom polu u obliku mjehurića, a kisik na pozitivnom polu. No i kisik je plin, pa bi se morao i on u vodi pojavljivati u obliku mjehurčića, ali toga nezapaziše. No on se je ipak na drugom kraju žice stvarao, samo se je prije izgubio, nego što se je mogao opaziti. Bakar se rado spaja sa kisikom, pa se je zato svaka čestica kisika, čim se je stvorila, odmah i spojila sa bakrom. Bakar je zato i pocrnio. To je Nicholson dobro znao, pa je i zato drugi put uzeo žice od platine. Platina se sa kisikom nespaja. I sada mu se stadoše na jednom kraju žice razvijati mjehurčići od vodika, a na drugom kraju mjehurčići od kisika. Za ove pokuse imamo danas već mnogo prikladnije sprave. One su danas tako uredjene, da se vodik i kisik, što se munjevnom strujom razvija, svaki za sebe u posebnoj posudici nakuplja. Ovako sakupljene

plinove možemo napose iztraživati, pa se osvjedočiti, da ti plinovi nesastoje od obična zraka, nego da su zbilja sastojine vode.

Naša današnja sprava ima oblik čaše. Čaša je napunjena vodom. Odozdol ulaze u čašu dvie žice od platine. (Sl. 34.) Nad svakom žicom visi malena posudica puna vode. Vanjske krajeve platinenih žica valja spojiti s polovi galvanske baterije. Onaj kraj, koji je spojen s tutijom, t. j. negativnim polom baterije, označen je na našoj slici znakom —, dočim je drugi kraj, koji je spojen s pozitivnim polom baterije, dakle sa bakrom, označen je znakom +. Čim munjina stane prolaziti kroz vodu, odmah se ona počme raztvarati u svoje sastavine, pa se počmu dizati mjehurići vodika i kisika. Vodik se stane kupiti u jednoj posudici, a kisik u drugoj. Skoro ćemo opaziti, da se nad negativnim polom dva puta više plina sakuplja nego nad pozitivnim polom. To nam dokazuje, da u vodi ima dva puta toliko vodika, koliko kisika. Da je zbilja u jednoj posudici vodik, a u drugoj kisik, možemo se lahko uvjeriti. Mi dobro poznamo svojstva kisika i svojstva vodika, pa ih možemo lahko prepoznati.



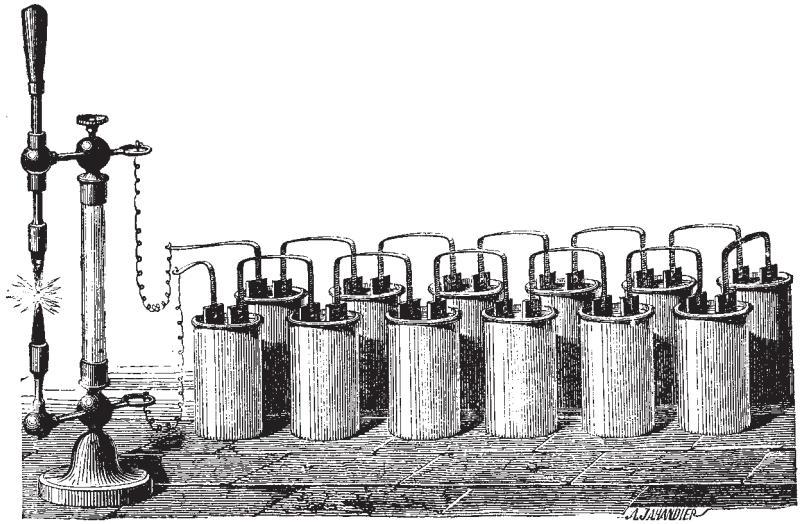
Sl. 34. Razstavljanje vode munjevnom strujom.

Vodik je najlaglji od svih plinova; od našega zraka je četrnaest puta laglji. Ako ga zapalimo, onda gori modrim plamenom. Kisik je težji od zraka, sam negori, ali upaljene stvari gore u njem jako dobro. Gorenje i onako nije drugo nego spajanje tvari sa kisikom. Kada ovo znamo, lahko ćemo se osvjedočiti, da li je zbilja u jednoj posudici vodik, a u drugoj kisik. Izvadimo ove dvie posudice, pa stavimo sad u jednu, sad u drugu tinjajuću šibicu. U jednoj posudici zapaliti će se plin, pa će izgoriti modrim plamenom. Neima dvojbe, da je to vodik, a uz to vidimo, da toga plina ima dva put toliko, koliko drugoga plina. U drugoj posudici neće se plin zapaliti, ali će se sama šibica zapaliti, pa će svjetlim plamenom brzo izgoriti. I mi znamo sada, da je to kisik.

No mi se možemo još na drugi način osvjedočiti, da su ovi plinovi sastavina vode. Ako oba ova plina pomješamo, to ćemo dobiti smjesu, koja se zove praskavi plin. Ako ovu smjesu zapalimo, to će ona izgoriti uz silan prasak, pa zato se ta smjesa i zove praskavi plin. Rekosmo, praskavi plin će izgoriti; plina više nećemo u posudi naći. Zar je on dakle posve nestao? Ne, jer ništa na svietu nemože sasvim izčeznuti. Pa kamo je onda plin nestao? Tražimo po posudi. Gle čuda, mjesto plina evo u posudi kaplja vode. Vodik i kisik postadoše od vode, pa se sada opet spojiše i stvoriše vodu. Pri tom je vodik izgorio, to jest on se je spojio sa kisikom i stvorio vodu. Ako velimo, da jedna stvar gori, to neznači ništa drugo, nego da se ta stvar spaja kisikom. Zar to nije čudna misao, kada bi rekao, da bi mogli jednom naše peći ložiti vodom. Pa ipak bi se to moglo jedan put dogoditi. Treba samo vodu raztvoriti u vodik i kisik, pa onda opet paliti vodik sa kisikom, pa eto nam dovoljno topline, da nećemo morati šume sjeći i ugljen kopati. Danas bi dakako bilo takvo loženje preskupo, jer nas munjevna struja za raztvaranje vode mnogo stoji. Kada se jednom pronadje jeftiniji način za raztvorbu vode, biti će toga, o čem danas ni nesanjamo. Samo kad bi ta munjevna struja bila jeftinija, odmah bi stvar drugčije stajala.

Vratimo se opet k našemu predmetu, od kojega se za čas odaljismo. Nicholsonove pokuse opetovaše u svih zemljah, u kojih su se gojile prirodne nauke. William Cruickshank pokaza na skoro, da možemo munjevnom strujom razstavljati ne samo vodu, nego i druge kemičke spojeve. Tako možemo n. pr. kovne kisove, u kojih je kovina spojena sa kisikom, raztvarati munjevnom strujom u njihove sastavine; mi tako možemo dobiti čistu kovinu i čist kisik.

Osobito mnogo se je bavio razstavljanjem kemičkih spojeva znameniti englezki fizik Humphry Davy. On je sabrao rezultate radnja svojih predšastnika kao i vlastite rezultate, te je došao do veoma važnoga zaključka, da se sva sastavljena tjelesa mogu munjevnom strujom razstaviti u njihove sastavine. Kao nagradu za velike Davyeve zasluge za znanost darova mu englezki narod najveću galvansku bateriju, što ju ikada sviet vidio. Sastojala je iz 2000 Voltinih članaka. Članci ovi nisu imali oblik,

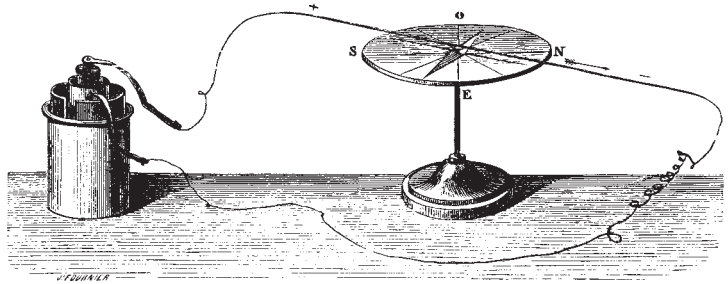


Sl. 34. Električno svjetlo.

kako smo prije opisali, već su bili u četverouglastih posudah od porculana. Svaka posuda bila je razdieljena u deset dielova, a u svakom pregradku bijaše nalivena razredjena sumporna kiselina, a u kiselini opet bile su svagdje po dvie ploče, jedna od tutije, druga od bakra. Tako je svaka ovakova četverouglasta posuda zastupala 10 Voltinih članaka. Ovakovih posuda bilo je 200, dakle je u istini imao Davy galvansku bateriju od 2000 članaka. Ovom silnom baterijom učini on novo znamenito odkriće. Jedan i drugi pol od ove ogromne baterije spojio

je žicom, a na kraju jedne i druge žice učvrstio je po komad ugljena. Kada je te ugljene jedan drugome približio, zasja silna svjetlost, od ugljena do ugljena sizao je sjajan luk, a svjetlo s toga luka bijaše slično suncu. (Sl. 34.) Ovakovo svjetlo nazivamo električno svjetlo, a kako se sada mnogo radi o tom, da se električnim svjetlom razsviete gradovi i kuće, to ćemo o njem pobliže govoriti u članku o razsvjeti.

Koli divne učinke munjevne struje već dosada upoznasmo, pa sada shvaćamo, kolike si je zasluge stekao Volta za čovječanstvo svojim munjevnim stupom. Ali time još nismo ni iz daleka izcrpili sve važne pojave, koje proizvadja munjevna struja, dapače o pojavih, koji su najvažniji za čovječanstvo, nismo još ni govorili. Na njih ćemo se sada tek osvrnuti.



Sl. 35. Upliv munjevne struje na magnetičnu iglu.

Zimi god. 1820. predavao je danski fizik Ivan Kristijan Oersted u Kopenhagenu o munjini. Pokazivao je svojim slušateljem, kako munjevna struja usija platinenu žicu, kroz koju prolazi. Pod ovom žicom bila je slučajno magnetička igla, koja se je na jednom počela njihati amo tamo. Začudjen prekine Oersted munjevnu struju i igla se naskoro umiri, pa se postavi u svoj običan položaj. Čim je Oersted opet napustio struju kroz žicu, odmah se opet igla odmakla iz svoga položaja. Tim bijaše odkrita njeka suvislost medju munjinom i magnetizmom, o kojoj već dulje vremena sanjahu učenjaci, ali je nemogoše pokazati. Oersted ju tek slučajno odkri. (Sl. 35.) Ovo odkriće probudi

toliko oduševljenje, toliko veselje u učevnom svietu, kako ga još ni jedno nije izazvalo. Jedno vrieme nije nitko mario za druge grane fizike, već svaki se je samo bavio Oerstedovim odkrićem. U znanstvenih spisih one dobe o ničem drugom se ni nerazpravlja, nego o pokusih izvedenih na temelju Oerstedova odkrića, pa nesamo prirodopisci, fizici i liečnici, već i ljudi, koji se prirodnimi nauci nikada bavili nisu, počeše se pravom strašću baviti munjinom i magnetizmom. Oersted posta svojim odkrićem najznamenitijim učenjakom svoje dobe, svatko je samo o njem govorio.

Ovo silno oduševljenje zavladalo je, kako već spomenusmo najviše radi toga, što Oerstedovo odkriće potvrdi ono, što su već učenjaci prije slutili, da postoji naime neki savez izmed munjine i magnetizma. Nitko nije onda ni mislio, da će to odkriće jednom zadobiti i veliku praktičnu vriednost, kako ju je zbilja zadobilo, dočim se na njem osniva medju ostalim takodjer brzojav.

Opetujući Oerstedove pokuse opazi glasoviti francuzki prirodoslovac Dominik Arago (sl. 36.), da munjevna struja, kada obilazi oko komada mehkoga željeza, od željeza napravi magnet. Ovakov magnet zovemo mi munjomagnetom ili elektromagnetom. Da se napravi ovakov magnet, uzme se obično komad mehkoga željeza u obliku podkove, pa se uzme bakrena žica, koja je sva u svilu umotana, pa se žica onda omota oko podkove. Lahko je pogoditi, zašto mora žica da bude svilom omotana. Svila, kao loš vodić, prieči munjevnoj struji da predje iz žice na željezo. Da nije svile, to nebi struja išla kroz cielu žicu svimi uvoji, nego bi prošla najkraćim putem kroz željezo. Ako sada spojimo oba kraja bakrene žice sa polovi galvanske baterije, to će kroz žicu oko podkove prolaziti munjevna struja. Doklegod traje struja, biti će mehko željezo magnetično, jednom riečju, od njega će postati jak magnet. On će sada moći velike i težke komade željeza k sebi privući i držati. Čim prekinemo struju, izgubiti će mehko željezo svoj magnetizam, a obješeni komadi željeza će odmah od njega odpasti. Ovako

jake magnete lahko nam je napraviti, pa možemo tako daleko dotjerati, da nam oni mogu držati teret od više tisuća centi. Ogromna je to sila, pa nije čudo, da su ljudi odmah na to pomislili, kako bi tu silu za rad upotrebili, da ona težke poslove radi, da im diže i spušta željezne spreme, kojimi bi onda izvadjali razne radnje. Nareditе elektromagnetične motore, koji ako i nisu dosada bog zna što učinili, to im se ipak nemože poricati liepa budućnost. Ruski fizik Jakobi vozio se je god. 1839. sa šest osoba po Nevi kraj Petrograda na brodu, što ga je tjerao elektromagnetički stroj. Prisutno občinstvo bijaše začarano tim pokusom i svatko se je nadao, da će on biti od znamenitih posljedica. Te nade se nisu doduše još izpunile, tek u najnovije doba počela se je ta ideja uz njeke promjene opet gojiti, kako ćemo to na skoro upoznati.

Sl. 36. Dominik Arago.

Kako smo malo prije kazali, pretvara munjina komad željeza, oko kojega struji, u magnet. Munjina stvara dakle magnetizam. Svakako je to vrlo zanimivo. Ali i obratno magnetizam može stvarati munjinu. Uzmimo žicu n. p. od bakra, te joj sastavimo obadva kraja, pa čim se približimo sa magnetom žici, to će odmah žicom proletiti munjevna struja, ali samo na čas. Kada odmaknemo magnet od žice, to će opet po drugi put proletiti žicom munjevna struja i opet samo na čas, pa će nestati, ali će ova struja sada ići kroz žicu upravo u protivnom pravcu od prve struje. Mi velimo, da je magnet *uveo* ili *inducirao* munjevnu silu, a tu munjinu zovemo *magnetomunjinom*.

Magnetomunjina postigla je u kratko vrieme neizmjernu važnost. Spomenuti ćemo samo, da se na njoj temelji najljepši izum zadnjih godina, naime telefon, o kojem ćemo govoriti u posebnom članku. Na njoj se temelje najljepše sprave za proizvadjanje munjine, koje rabe osobito onda, kada se želi jaka munjevna struja. Nećemo se upuštati u potanje opisivanje ovih sprava, samo ćemo toliko spomenuti, koliko je potrebno, da se razumije njihovo djelovanje. Pomislimo si njekoliko jakih magneta poredanih u okrug, tako da je u sredini dovoljno mjesta za jedan valjak, oko koga se omata veoma duga izolirana (u svilu umotana) bakrena žica. Ovaj valjak je tako pričvršćen, da ga možemo okretati oko njegove osi. Kada se valjak stane brzo okretati, onda se pojedini dielovi one žice, što je oko njega omotana, stanu neizmjerno brzo svakomu magnetu sad približavati sad odaljivati, a pri svakom takvom približavanju i odaljivanju poteče kroz žicu munjevna struja. Kada je ovo okretanje brzo, onda se ove pojedine struje u jednu struju stope, pa kroz žicu neprestano munjina teče. Mi netrebamo dakle za stvaranje munjevne struje raznih baterija, ali trebamo jednu silu, koja će nam valjak brzo okretati.

Veoma jaki magnetoelektrički strojevi rabe se za proizvadjanje električkoga svjetla u svjetiljnicih na moru. Da se u tu svrhu uzimlje galvanska baterija, morala bi ona biti veoma

velika, a takova nesamo da je skupa, nego i zahtjeva silnu brigu, da se uviek u redu uzdrži. Morale bi dapače biti uviek dvie takove baterije u svjetiljniku, da jednu možemo uviek čistiti i rediti.

Imamo li magnetoelektrički stroj, to ga treba samo kretati i već nastaje munjina. Dakako velike strojeve nemože kretati sam čovjek, tu treba parostroj Na mjestih, gdje je kakova tekuća voda, upotrebljuju vodu, da ona pomoćju mlinskih kolesa tjera magnetoelektrični stroj; ovo je dakako najjednostavnije i najjeftinije.

Veliku pozornost pobudiše zadnjih godina *električne željeznice*, koje se takodjer osnivaju na magnetomunjini.

*

Brzojav.

Vatra kao brzojav kod starih naroda. — Chappeov optički brzojav. — Munjevni brzojavi: prvi pokušaji, Morseov brzojav, brzojav s magnetičkom iglom, brzojav s kazalom. — Podmorsko brzojavljanje.

Već u staro doba smišljali su razni narodi, kako bi važne viesti brže dojavljivali, nego što im ih može glasnik raznieti. Oni pališe vatre od briega do briega, da tim ugovorenim znakom dojave svoje veselje i svoje pobjede. Tako pripovieda grčki pjesnik Aeshylos, da je glas o padu Troje u Maloj Aziji još iste noći prodro u Grčku, akoprem dieli Malu Aziju od Grčke egejsko more. Od otoka do otoka po moru zapališe te noći kriesove, koji javljahu sve dalje i dalje slavnu pobjedu Grka nad Ilionom. Taj način brzojavljanja uzdržao se je još do nedavno u našoj junačkoj krajini, gdje su vatrom od čardaka do čardaka dojavljivali, da je Turčin provalio u zemlju, pa za čas bio je narod na oružju, da suzbije dušmanina. Drugačije si je perzijski kralj Dario Hystaspe uredio brzojav. On je porazdielio po državi si ljude tako, da je jedan od drugoga na toliko udaljen bio, da je bližnji mogao razumjeti viest, što mu je prvi doviknuo. Ovi glasnici javljahu viesti iz odaljenih pokrajina, vičuć ih jedan drugomu, pa se mora priznati, da su to dosta brzo obavljali, jer su znali za jedan dan javiti viest, koju bi putujući glasnik donesao istom za trideset dana. Lahko je pomisliti, koliko je ljudi trebalo, da se ovim načinom uredi sveza medju odaljenom kojom pokrajinom i glavnim gradom, pa radi toga mogao je ovakov brzojav izvesti samo silni vladar ogromne perzijske države; iza njega nije toga nitko više ni pokušao. Tim više

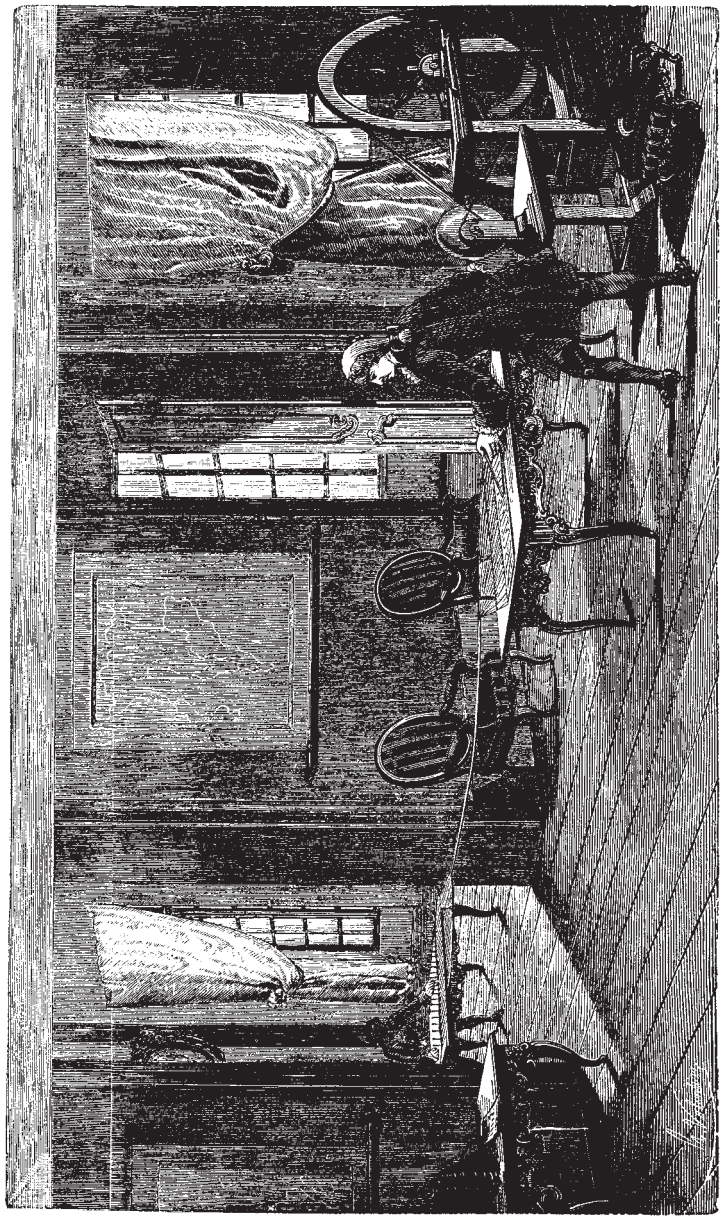
upotrebljivala se je vatra, da se viesti dojavljuju, osobito odkada se ljudi dosjetiše, da uzmu više bakalja, pa da s njimi sastavljaju razne znakove. Ovakvo doglasivanje trajalo je sve dotle, dok neizumi god. 1793. francuzki mjernik Claude Chappe novi brzojav, gdje su sa tri velika pruta sastavljali razne znakove za sva slova alfabeta. Ovaj brzojav bio je uredjen na sliedeći način. Na briežuljcih stajale su male zgrade sa dva prozora, kroz koja je bilo viditi susjedne dvie postaje, naprvo i natrag. Nad krovom takove kućice bio je visok stup, a na vrhuncu toga stupa 3—5 metara dugi prut, koji se je mogao kretati. Na svakom kraju ovoga pruta bio je po jedan manji prut, koji se je takodjer mogao kretati, te ovim kretanjem zadobiti razne položaje prama glavnom prutu. Svako medjusobno namještenje ovih triju prutova značilo je koje slovo, tako da se je raznim namještanjem ovih prutova moglo dobiti znakove za sva slova. Dolje u sobici na podnožju onoga stupa bila je isto takova, samo mnogo manja sprava, koju je sa gornjom spravom spajao konop na koloturu. Sve što je čovjek na dolnjoj spravi u sobi napravio, to bi konop preneo na gornju spravu, te bi ona pokazivala iste znakove, tako da se čovjek sam nije morao svaki put na krov penjati. U svakoj takvoj sobi imao je motritelj dva dalekozora; jedan je bio okrenut na prednju, drugi na stražnju postaju. Kroz te dalekozore vidio je motritelj jasno znakove od obližnje postaje, pa ih je onda odmah sliedećoj postaji javio. U Francuzkoj uvedoše ovakove brzojave po cieloj zemlji. Red ovakovih kućica sastavljao je brzojavnu prugu, a sve pruge sticale su se u Parizu. Dvie postaje bile su medjusobno jedno 6—8 sati odaljene, tako da je bilo od jedne do druge uviek jasno viditi znakove. Viesti su se širile priličnom brzinom; iz Lillea n. pr. došla je viest u Pariz za 2 sata, dočim je vjestnik putujući iz jednoga mjesta u drugo trebao za taj put 60 sati. Za Francuzkom uvedoše i ostale europejske zemlje ove brzojave, tako da se brzo razširiše po čitavoj Europi. Po danu i liepu vremenu obavljali su oni zbilja dobro svoju službu, ali kada je pala magla ili kiša

samo izmedju dva mjesta na brzojavnoj pruzi, odmah je bio i brzojav prekinut. U novinah one dobe mogao se je često čitati samo jedan dio brzojava, a na to je bila nadovezana izprika, da se radi nastale magle nisu dalnji znakovi mogli razabrati. Nu i te zaprieke najednom izčeznuše, kad uvukoše u službu munjevnu struju, da nam ona viesti doglašuje, kad uvedoše modernu munjevnu telegrafiju.

Telegrafija je najkrasnija uporaba munjevne struje, ona je najsavršeniji način brzojavljanja, tako da se sa njezinom brzinom, točnošću i sigurnošću nemože nijedan stariji način ni iz daleka prispodobiti. Njoj nesmeta ni magla, ni noć, ni more, ni gore; ona opasuje već sada skoro cieli sviet svojom mrežom, te raznaša brzinom striele viesti na sve strane. Mnogo je stajalo muke, dok se je telegrafija podigla do visine, na kojoj ju sada vidimo, ali čovjek izvede i ovo krasno dielo, oboružav se najjačom silom našega vremena — znanjem.

Čim je znanost odkrila svojstva tajinstvene sile naravi, koju munjinom zovemo, čim je bilo poznato, da se munjina neizmjernom brzinom razprostire iz jednoga mjesta na drugo, umah pomisliše ljudi na to, kako da upotrebe munjinu za brzojavljanje. Našlo se je pismo od 1. februara god. 1753., u kojem nepoznati pisac razvija misao o munjevnom brzojavu, te ujedno opisuje brzojavnu spravu. Te sprave nije nitko sastavio, i tako bi ovo pismo skoro zaboravljeno.

God. 1774. izumi Lesage, profesor matematike u Genevi, spravu sličnu onoj, što je u spomenutom pismu opisana bila. (Sl. 37.) On je za svako slovo alfabeta odveo posebnu žicu iz jedne postaje u drugu. U drugoj postaji svršivala je svaka žica stupčićem. Uz stupčić je visila na svilenoj niti malena krugljica od bazgine srčike. U prvoj postaji bi uzeo Lesage komad pečatna voska, natrv ga krpom, tako da je on postao munjevit, pa bi onda pečatnim voskom dotaknuo ma koju žicu. Munjina bi kroz žicu prošla u drugu postaju, pa bi na kraju žice bazginu krugljicu odbila. Za svako slovo alfabeta bila je



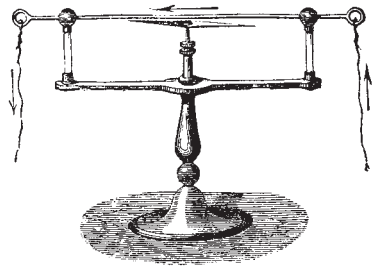
Sl. 37. Lesageov brzojav god. 1774.

posebna žica, stupčić i krugljica, a na jednom i na drugom kraju žice bilo je napisano slovo, pa kada se je krugljica zanihala, znalo se je, koje je slovo javljeno.

Iz ovoga opisa vidimo, da je Lesageov brzojav bio jako nespretan. Pomislimo samo na to, da je trebalo 24 žice, da se spoji jedna postaja s drugom, pa se nećemo čuditi, što se taj brzojav nije nikada rabio u praktičnom životu, već je dapače ljude odvraćao od toga, da i nadalje misle o munjevnom brzojavu, jer uvidiše, da se munjinom, koja se trenjem razvija, nikako nemože napraviti dobar brzojav. Ideja o munjevnih brzojavih bi poslije ovakovih neuspjelih pokusa skoro sasvim napuštena, te se je Chappeov optički brzojav, koji smo prije opisali, obćenito i dalje rabio.

U to sastavi god. 1799. Volta tako zvani munjevni stup, naime spravu, koja neprestano proizvadja munjevnu struju, koja žicom teče od jednoga kraja (pola) stupa do drugoga. Ovo odkriće prouzročilo je veliki napredak telegrafije, pošto se je pokazalo, da je Voltinim stupom proizvedena munjina mnogo prikladnija za brzojav, nego ona, što se trenjem razvija. Tomu je uzrok taj, što se trenjem na jednom sakupi preveć munjine i ova ode skoro sva žicom, s toga ju treba opet iznova proizvadjati, dočim se Voltinim stupom proizvadja munjina, koja bez ikakova prestanka struji kroz žicu. Drugi razlog je takodjer taj, što se trenjem razvita munjina odmah gubi iz žice, koja ju vodi u zrak, dočim Voltinim stupom proizvedena munjina toga nečini, već ostane u žici.

God. 1811. napravio je Sömmering brzojav, koji se je osnivao na razstavljanju vode pomoćju munjevne struje. I kod ovoga je morala za svako slovo biti posebna žica kao vodilica munjine, te se radi toga a i radi drugih nedostataka nije taj brzojav nikada rabio. Istom poslije godine 1820. učinjeno bje njekoliko važnih izuma, na temelju kojih se je brzojav mogao usavršiti. Te godine opazi danski fizik Oersted, da munjevna struja, kada ide oko magnetičke igle, skrene ovu iz njezinoga običnoga mirnoga položaja. (Sl. 38.) Na ovom svojstvu munjevne struje osnovan bi brzojav, koji ćemo upoznati pod imenom englezkoga brzojava ili brzojava s magnetičkom iglom. Opetovav Oerstedove pokuse, opazi francuzki fizik Arago, da munjevna struja, kada obilazi oko mekanog željeza, pretvara ovo u magnet, te da onda željezo ostane tako dugo magnetom, doklegod struja oko njega kruži; čim struja prestane, nestane i magnetizma u željezu. (Sl. 39.) Ovako nastali magnet, koji zovemo munjomagnetom, jest neizmjerno važan za telegrafiju. Ako takvom magnetu primaknemo komad željeza, to će ga on čas privući, a čas pustiti, prama tomu, da li oko magneta puštamo ili prekidamo munjevnu struju. Ovo dizanje ili spuštanje željeza možemo upotrebiti za davanje znakova, kako se to kod brzojava u istinu i čini.



Sl. 38. Okretanje magnetične igle munjevnom strujom.

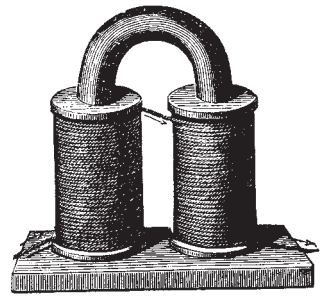
Dan danas upotrebljuju četiri razne brzojavne sprave, a to su:

1. Amerikanski ili Morseov brzojav, koji upotrebljuju skoro po cielom svietu.

2. Englezki brzojav sa magnetičkom iglom, kojim se služe u Englezkoj.

3. Brzojav s kazalom, koji se upotrebljuje kod željeznica.

4. Hughesov brzojav, koji sam slova tiska; ovaj upotrebljuju samo na velikih postajah.

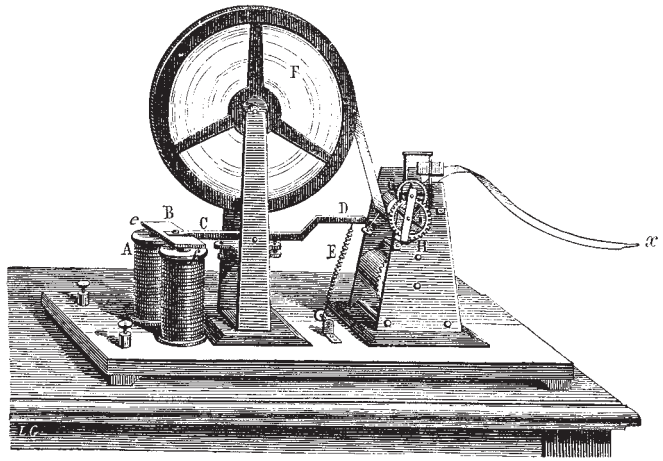


Sl. 39. Munjomagnet.

Vriedno se je pobliže upoznati s timi spravami.

Morseov brzojav. Kod ovoga kao i kod svakog drugog brzojava razlikujemo dvie glavne sprave, a to je javilo s munjevnom baterijom, t. j. spravom, koja proizvadja munjinu,

i primalo. Jedna od ovih sprava smještena je na jednoj, a druga na drugoj postaji, a obie su spojene žicom, koja ima zadaću, da vodi munjevnu struju iz jedne postaje u drugu. Opisati ćemo najprije primalo, t. j. spravu, kojom se prima brzojavka (sl. 40.). Ono sastoji od tri diela: od stroja kao ura, koji odmata trak papira x od valjka F, te ga uviek dalje vučeizmedju dva druga valjka G; zatim od poluge C D koja šiljkom pravi znakove u onom traku papira; napokon od munjomagneta A, koji sad privlači, sad izpusti kotvu B, a tim pušta i diže šiljak na drugom kraju i to prama tomu, da li oko

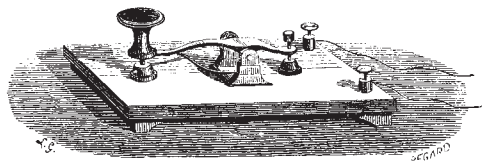


Sl. 40 Primalo na Morseovom brzojavu.

munjomagneta ide munjevna struja ili ne. Moramo još spomenuti elastično pero E, koje uviek digne kotvu od munjomagneta, kada ju on prestane privlačiti.

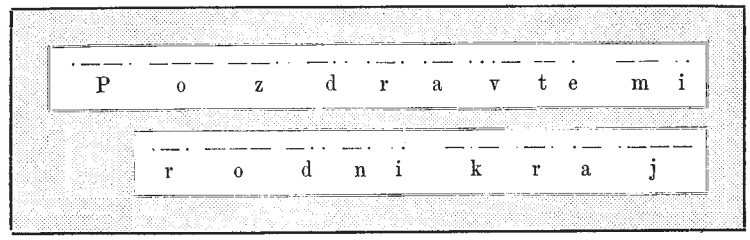
Javilo brzojava služi u drugoj postaji, da se struja pusti kroz žicu u našu postaju i onda opet prekine. Ono sastoji (sl. 41.) od kovne poluge. Na kraju poluge stoji glavica. Ako pritisnemo prstom glavicu, to će se poluga na toj strani sniziti i udariti na stupčić, koji stoji pod polugom. Kada se tako dodirne poluga stupčića, proleti struja munjevna iz poluge u stupčić i

onda kroz žicu u obližnju postaju. Čim izpustimo glavicu, digne se poluga, te odmah prestane munjina teći. Da sada u kratko opetujemo cieli postupak kod brzojavljanja. Pritisnemo li javilom, to puštamo munjevnu struju iz munjevne baterije, da ide u drugu postaju. U drugoj postaji prodje munjevna struja žicom oko mekanog željeza, te ga učini magnetom. Magnet sada potegne



Sl. 41. Javilo Morseovog brzojava.

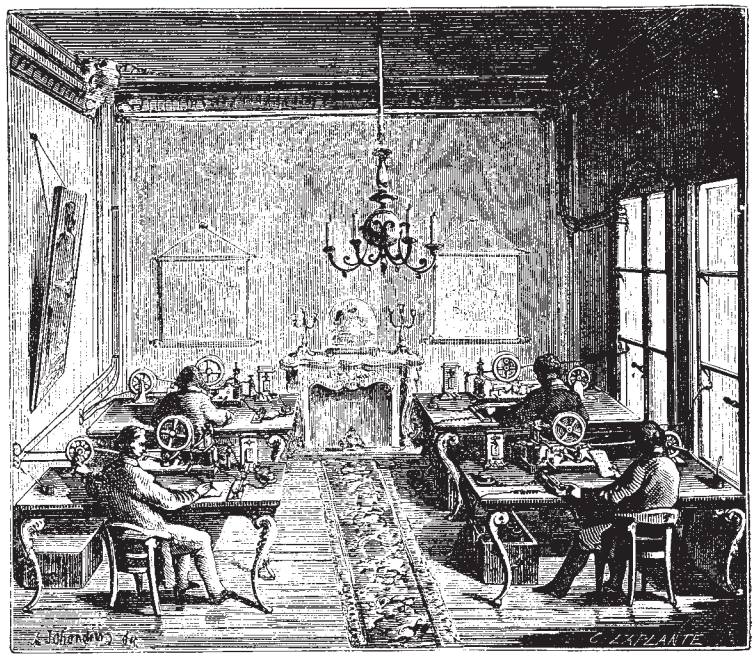
željeznu kotvu, što je nad njim, te tim digne iglu, koja onda napravi znak na traku papira. Ako li struju odmah prekinemo, to će na papiru nastati točka, ali ako pustimo struju dulje vremena polaziti, to će igla napraviti na papiru, koji se neprestano odmata, cielu crtu. Pomoćju točaka i crta sastavljaju se slova, a od slova opet rieči, tako n. pr. točka i crta (· —) znači A, tri crte (— — —) O, itd. Da nebude pometnje, mora se kod brzojavljanja učiniti izmedju dva slova mala a izmedju dvie rieči veća stanka (sl. 42.)



Sl 42.

Brzojav, koji smo sada opisali, uveo je Morse prvi put izmedju Washingtona i Baltimorea u sjedinjenih državah sjeverne Amerike mjeseca maja god. 1844. Iza toga se je on brzo razširio po cielom svietu, te ga sada rabe sve europejske države (sl. 43.) izim Englezke, gdje se upotrebljava brzojav s magnetičkom iglom ili englezki brzojav.

Englezki brzojav. (Sl. 44.) Primalo ovoga brzojava je magnetička igla, oko koje je omotana žica. U sredini tih ovoja može se igla slobodno kretati. Kroz ovu žicu dodje iz bližnje postaje munjevna struja. Na drugom mjestu smo već čuli, da će munjevna struja pomaknuti magnetičnui glu iz njenog položaja, jedan put na lievo, drugi put na desno, prama tomu, kojim pravcem munjevna struja kroz žicu prolazi. Ova pomi-

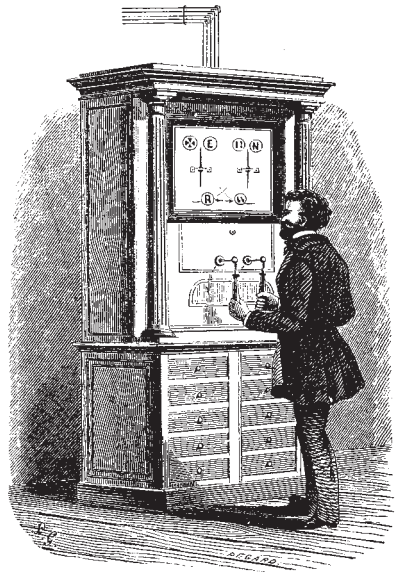


Sl. 43. Brzojavna postaja sa Morseovimi strojevi.

canja slažu se u slova, pa se onda njimi viesti doglašuju. Skrene li n. pr. igla jedan put na desno, to znači slovo *M*, dva puta na lievo je slovo *A*, tri puta na lievo *B*, itd. Da se jednostavnije sastave znakovi, uzmu se obično dvie magnetičke igle, čemu dakako treba dvie žice za spajanje dviju postaja.

Naša slika nam prikazuje ovu brzojavnu spravu. Mi vidimo na spravi dvie magnetičke igle, a uz nje napisane zna-

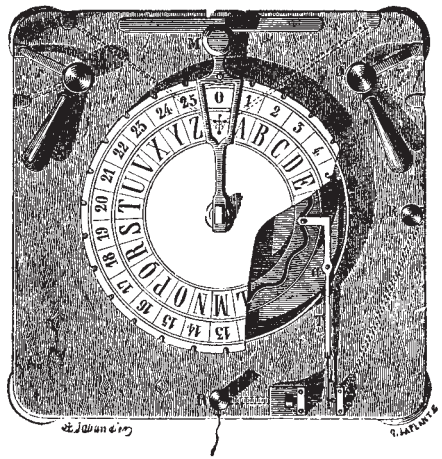
kove za slova. Sa držali, što ih vidimo na dolnjem kraju sprave, pušta se i prekida struja; kako držala ovdje na slici stoje, to je struja prekinuta, okrenemo li jedno na lievo, to će struja preći najprije oko naše igle, onda oko igle u susjednoj postaji, te će se obie igle takodjer okrenuti na lievo. Okrenemo li pako držalo na desno, to će se promieniti smjer struje, te će se igle okrenuti na desno. Iz ovog opisa vidimo, da je englezki brzojav



Sl. 44. Englezki brzojav.

jednostavniji od Morseovog, ali ovaj je zato bolji, što bilježi brzojavku, dočim englezki toga nepravi. Kod njega točnost brzojavke sasma ovisi o vještini brzojavnog činovnika, koji mora pozorno motriti iglu, kako se amo tamo giblje, te na temelju toga pisati brzojavku. Zato se u Englezkoj već od djetinstva priučaju tomu poslu, te mnogi steče vremenom takovu vještinu, da javlja i čita brzojavke brzinom, kojoj se čovjek mora diviti. Ovaj brzojav u tom obliku, kako se sada rabi u Englezkoj,

smislio je Wheatstone. Od njega potiče još i brzojav s kazalom. Ovaj brzojav je radi toga tako prozvan, što kod njega kazalo pokazuje slova, koja su napisana na okrugloj ploči, upravo kao brojevi kod ure. Javilo ima jednaku ploču sa slovi, pa do kojega slova na javilu pomaknemo kazalo, do istoga dodje ono i na primalu. Javilo i primalo (sl. 45. i 46.) je spojeno žicom, kroz koju ide munjevna struja. Pobliže opisati, kako to biva, da se kazalo primala uviek pomakne do dotičnoga slova, vodilo bi nas predaleko; dosta je spomenuti, da glavnu ulogu

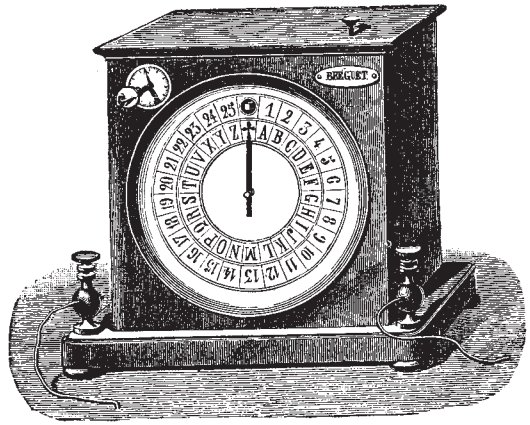


Sl. 45. Javilo na brzojavu sa kazalom.

kod toga imaju munjomagneti. Već smo prije kazali, da ovi brzojavi rabe ponajviše kod željeznicah, te nam naša slika 47. pokazuje takov željeznički brzojavni ured.

Hughesov brzojav, koji slova tiska, jest najsavršeniji od svih brzojava, jerbo najbrže radi i tiska slova, tako da ih svatko može čitati. Brzojavom sa kazalom možemo za jednu minutu javiti 40—50 rieči, Morseovim 80—100, Hughesovim pako dva puta toliko koliko Morseovim. Tiskarska slova su pričvršćena na obodu jednoga kotača te sprave, koji se bez prestanka brzo kreće. Kotva nad munjomagnetom isto se tako

diže i spušta kao kod Morseove sprave, ali ovdje se ona mora samo jedan put dignuti, da otisne jedno slovo, dočim se kod Morseova stroja mora više puta dignuti, jer su slova sastavljena od više znakova, što ih igla mora napraviti, zato i radi ovaj brzojav mnogo brže od Morseova. Uz spomenuti kotač kreće se drugi omotan jastučićem, u kojem je boja za mazanje slova. Pod ovim je kolo s trakom papira. Svaki put, kada magnet privuče kotvu, digne se ovo kolo tako, da pritisne papir o kotač sa slovi. Sprava je tako uredjena, da se upravo ono



Sl. 46. Primalo na brzojavu sa kazalom.

slovo postavi nad papir, koje je javljeno. Javilo ima kao glasovir tipke, i to za svako slovo po jednu. Brzojavitelj igra po tom glasoviru. Kada pritisne koju tipku, pusti munjevnu struju iz munjevne baterije, koja se uz javilo nalazi, a na našoj postaji se otisne dotično slovo.

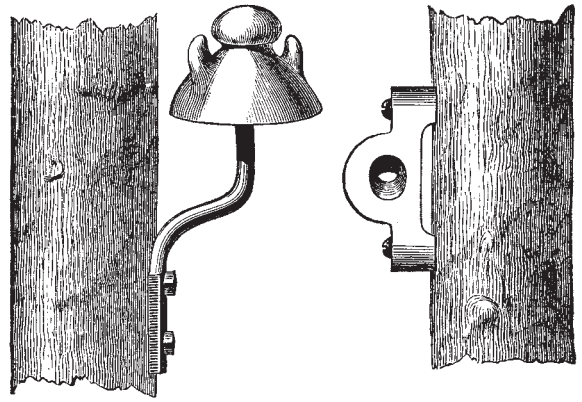
Upoznav ovako, kako je napravljeno javilo i primalo kod raznih brzojava, moramo se još obazreti na dvoje, što je kod svakoga od tih brzojava nuždno, a to je sprava za proizvadjanje munjevne struje i onda žica, koja vodi munjinu iz

jednoga mjesta na drugo. Munjina se proizvadja spravami, koje su dovoljno opisane u članku o munjevnoj struji. Te sprave jesu: munjevna baterija i sprava za indukciju. O njima nije potrebno više na ovom mjestu govoriti, već ćemo se odmah svratiti k tomu, kako se munjina iz jedne postaje vodi u drugu. Mi znamo, da u munjevnoj bateriji s jednoga pola munjina

Sl. 47. Brzojavni ured na željezničkoj postaji.

neprestano teče k drugomu polu, tako da nastane ono, što zovemo munjevnom strujom. Po tom bi mislili, da moraju izmedju dvie brzojavne postaje biti razapete dvie žice, jedna kojom munjina iz munjevne baterije jedne postaje dolazi u primalo druge postaje, a druga žica, kojom se munjina opet vraća k bateriji prve postaje i to k drugom njenom polu. Iz početka spajahu zbilja dvie brzojavne postaje dviema žicama.

Njemački fizik Steinheil premišljavaše, kako bi se barem kod željezničkih brzojava mogla prištediti druga žica, tim da se munjina željezničkimi tračnicami (šinami) dovede natrag. Praveć pokuse o tom opazi Steinheil, da ni to nije potrebno, već da se može munjina zemljom natrag voditi. Ovo opazi Steinheil god. 1838. i od onda se spajaju dvie brzojavne postaje uviek samo jednom žicom, samo treba svaki kraj žice privezati na veliku kovnu ploču i ove ploče zakopati u zemlju. Ovo Steinheilovo odkriće jako unapredi brzojav i mnogo doprinese k tomu, da se je on tako brzo cielim svietom razširio.

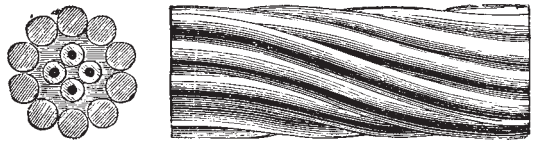


Sl. 48. i 49. Zvona od porculana za izoliranje brzojavne žice.

Uz ceste i željeznice vidimo red stupova, a preko njih se pružila brzojavna žica. Žica nije jednostavno na stupu pričvršćena. Kada se drvo kišom namoči, onda ono vodi dobro munjinu, pa munjina nebi onda po našoj želji otišla u bližnju postaju, već bi prvim stupom umakla u zemlju. (Sl. 48. i 49.) Da se ovo zaprieči, služe ona zvona od porculana, što ih vidimo na tih stupovih. Svaka žica je omotana oko zvonca, te se ni nedodirne samoga stupa. Porculan nevodi munjinu, ona dakle nemože kroz njega pa u zemlju, već hrli tamo, gdje joj je čovjek pripravio posla, naime u primalo brzojavne postaje,

ovdje ona obilazi oko mekanoga željeza, te ga učini magnetom, a sada istom pusti ju čovjek u zemlju.

Podmorski brzojav. Sjajan uspjeh telegrafije na kopnu probudio je želju, da se brzojavom spoje takodjer zemlje razlučene morem. U tu svrhu valjalo je žicu položiti na dnu mora, te ju cielu obaviti njekom tvarju, koja nevodi munjinu, jer bi inače munjina iz žice odmah otišla u vodu. Pokušalo se je u početku kaučukom, ali bez uspjeha, jer ako kaučuk i nevodi munjine, to se on ipak naskoro u vodi tako promieni, da munjinu nesustavlja. U to bi baš u zgodni čas odkrita gutaperka, koja se dobiva od mliečnoga soka njekoga stabla, koje raste u iztočnoj Indiji. Ona je jako slična kaučuku, samo ima to izvrstno svojstvo, da se u vodi ni najmanje nepromieni. Ugrije li se gutaperka, to postane sasvim mekana, tako da je

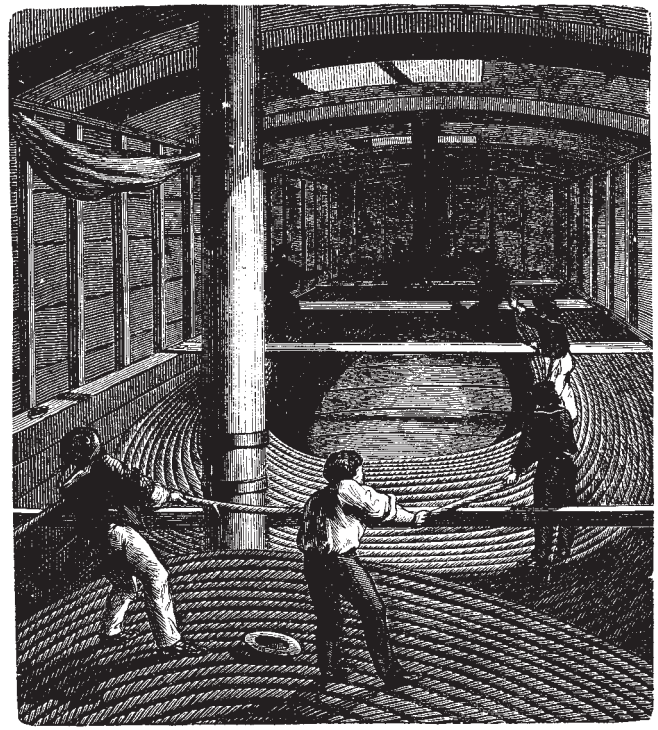


Sl. 50 i 51. Prorez i komad kabela izmedju Dovera i Calaisa.

lahko njom obaviti žicu, a kad ohladi, onda opet otvrdne. God. 1851. spuštena bi morskim kanalom izmedju grada Dovera u Englezkoj i Calaisa u Francuzkoj bakrena žica obavita sasvim gutaperkom, te su s njom brzojavili, nu naskoro se ta žica na oštrih hridinah francuzke obale prekinula. Ovaj pokus osvjedoči ljude, da je sve dobro izvedeno bilo, jer su iz početka viesti žicom išle, samo je trebalo u buduće žicu bolje občuvati. S toga ju sastaviše na sliedeći način. Četiri bakrene žice obaviše najprije gutaperkom, pa ih onda omotaše osmoljenom konopljom, a cielo napokon obaviše debelom željeznom žicom. (Sl. 50. i 51.) Ovako priredjena žica odgovara svim zahtjevom podmorskoga brzojava, te se zove kabel. Ovakovim kabelom bje još iste godine 1851. opetovan prvi pokus, te bje sretno spojena Francuzka s Englezkom. Ovaj uspjeh osokoli

ljude na dalnji posao i malo iza toga položeno je više kabela kroz rieke, jezera i mora; tako bje spojena Englezka s Irskom, Belgijom i Holandijom, Italija s Korsikom itd.

Naskoro dozori takodjer smiela misao spojiti Europu s Amerikom izpod atlantskog oceana. God. 1858. uputi se englezki

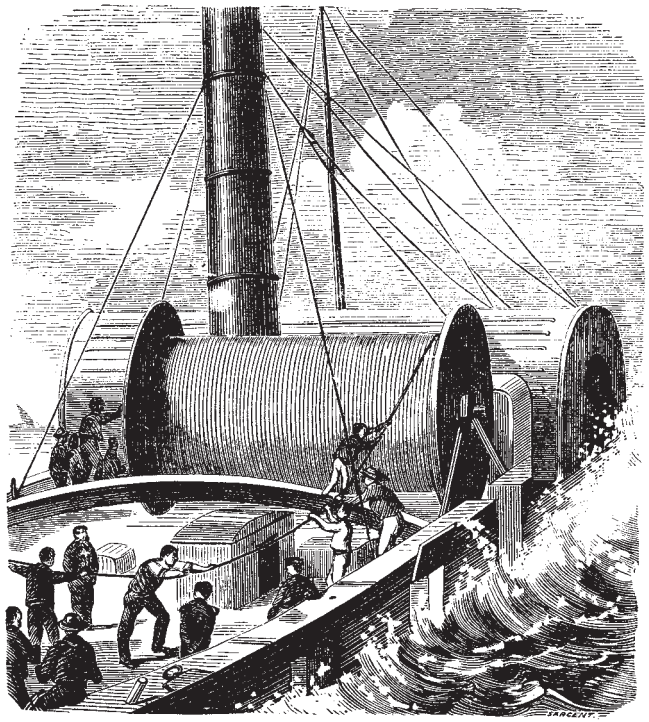


Sl 52. Polaganje kabela izmed Dovera i Calaisa. — Odmatanje kabela u nutarnjosti broda.

brod „Agamemnon“ i amerikanski „Niagara“, da obave taj silni posao. Svaki je sobom nosio polovicu kabela, pošto nije bilo moguće 500 milja dugi kabel smjestiti na jednom brodu. U sredini puta sastadoše se oba broda, te spojiše oba kraja od kabela i onda udariše svaki protivnim smierom, jedan ravno

*

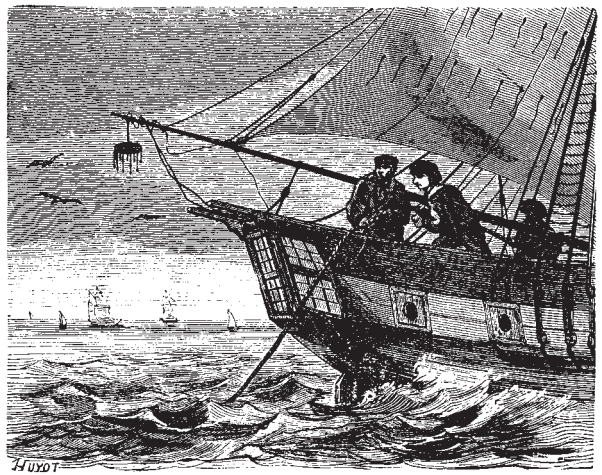
prama luci Valenciji u Irskoj, a drugi prema Novoj Foundlandiji u Americi i svaki prispije bez većih neprilika svomu cilju, polož̆iv sretno svoju polovicu kabela na morsko dno. Prva viest, koja preleti iz Europe u Ameriku, bijaše čestitka englezke kraljice Viktorije upravljena na predsjednika sjedinje-



Sl. 53. Polaganje kabela izmed Dovera i Calaisa. — Namatanje kabela na valjke na palubi broda.

nih sjevero-amerikanskih država Buchanana. Veselje uslied ovoga sjajnoga uspjeha bijaše veliko, ali žalibože nepotraja dugo, jerbo brzojav za njekoliko dana prestade raditi s njekog nepoznatog uzroka. Nedopreše više znakovi iz jednoga kraja svieta u drugi, i tako bijaše uzaludan sav uloženi silni posao i potrošenih dvanaest miljuna forinti.

Ovo je bio silan udarac. Prvo vrieme izgubiše ljudi sasvim volju, da nadalje nastoje o atlantskom kabelu, te mjesto da iztražuju uzrok toj nepogodi, počeše snovati, kako da Ameriku spoje s Europom na njeki drugi način. Tako namjeravahu povesti brzojavnu žicu iz Europe ruskom Azijom do Behringova tiesna, a od ovuda istom položiti kabel do Amerike. Nu praktičnim i mudrim Englezom nije se svidjala ova namisao, prvo zato, što je ta brzojavna linija mnogo duža od upravne, koja bi išla atlantskim oceanom, a drugo, što bi tim središte sviet-



Sl. 54. Polaganje kabela izmed Dovera i Calaisa. — Spuštanje kabela u more.

skoga brzojavnoga prometa palo izvan Englezke. S toga oni upriše sve sile, da omoguće atlanstki kabel; stadoše iztraživati uzrok prvoga neuspjeha, te uvidiše, da su poduzetnici dosta lahkoumno radili, da nisu dosta pazili, da bude kabel solidno radjen, niti su ga dosta čuvali, dok je bio na kopnu, već su ga prepuštali uplivu sunčane žege i zraka, koji i gutaperku napokon tako pokvare, da više neprieči prolaz munjine.

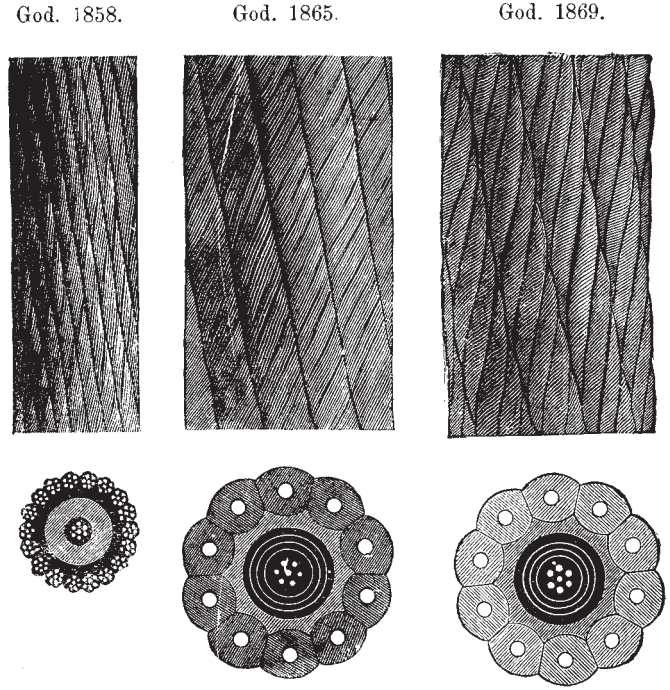
Glavna pako mana bijaše, da nisu imali shodna stroja za puštanje kabela u more. Ovo puštanje nije tako jednostavno,

kako bi čovjek mislio, jerbo treba osobito na to paziti, da kabel pada s broda istom brzinom, kojom brod plovi. Ako kabel pada na veliku dubinu, to je komad, koji visi izmedju kabela i dna jako dug, dakle i jako težak, te će kabel silnom brzinom padati, ako brod neide isto tako brzo, te se tad neće kabel na dno leći u jednom pravcu, već svakojako krivudasto. U tom slučaju treba kabel posebnim strojem zadržavati, tako da polaganije pada. Odveć polagano nesmije, jer će se kabel inače napeti, pa se može dogoditi, da se pretrgne. Da se to sve zaprieči, iznadjen bje poseban stroj, kojim se kabel može po volji zadržati ili popustiti i koji uviek pokazuje brzinu, kojom kabel pada. Pošto još točno iztražiše morsko dno izmedju Irske i Nove Foundlandije, napraviše Englezi novi kabel, koji je posebno povjerenstvo iztražilo glede njegove vrstnoće, te ga nakrcaše na najveći parobrod ovoga svieta: „Great Eastern“. Praćen vrućimi željami i velikimi nadami uputi se god. 1865. ovaj orijaški brod iz Irske put Amerike. Već je bio sretno prevalio 200 njemačkih milja, kada iznenada puče kabel i padne u dubinu morsku. Silna uzrujanost zavlada na brodu; jasno je sjalo sunce po mirnoj pučini, kojoj nisi nigdje kraja vidio i nikakov znak neodavaše mjesta, gdje tolike nade padoše u grob. Kušalo se je doduše povući kabel iz mora, ali bez uspjeha, i tužna srdca vrati se ekspedicija kući. Ali još neklonuše ljudi duhom. Godinu dana kasnije, t. j. god. julija 1866. zabrodi iznova „Great Eastern“ iz Valencije u Irskoj put novoga svieta, i za četrnaest dana dodje s drugim krajem kabela sretno u Novu Foundlandiju u Americi. (Sl. 55—57.)

Žudjeni cilj bio je postignut, novi sviet spojen sa starim brzojavnom žicom. Viest, koja je prije trebala najmanje dvanaest dana da parobrodom dodje iz jedne strane svieta u drugi, treba sada samo njekoliko časova.

Kada munjevna struja provaljuje silni put preko cieloga atlantskoga oceana, znatno oslabi, tako da treba osobito ćutljive sprave, da ju opazimo. Stupimo li u ured našeg običnog brzojava, to čujemo primalo kako radi, tako da vješto uho

može samim sluhom razumjeti brzojavku, koja dolazi. U obće je na takovoj postaji veoma živahno, sa sviju strana dolaze i na sve strane odlaze viesti. Sasma drugčije je na postaji atlantskoga brzojava. Jedna je ovdje samo viest, koju slušamo, a ova dolazi iz takove daljine, da moramo svom pozornošću paziti, da nam neizmakne. U sredini velike tamne sobe sjedi



Sl. 55- 57. Podmorski kabel izmedju Irske i Nove Foundlandije.
(*Narisan u naravnoj veličini po duljini i u presjeku*)

u takovoj postaji čovjek i pomno motri dalekozorom magnetičnu iglu, što visi na niti sa stropa sobe. Sve je oprezno priredjeno, da ništa nemože smetati gibanju te igle, pomno se pazi, da zračak nebi dopuhnuo do te igle, te njome potresao, jerbo svako i najmanje trzanje igle znak je iz druge strane svieta, a ovaj znak nesmije se ničim lahkoumno pomrsiti.

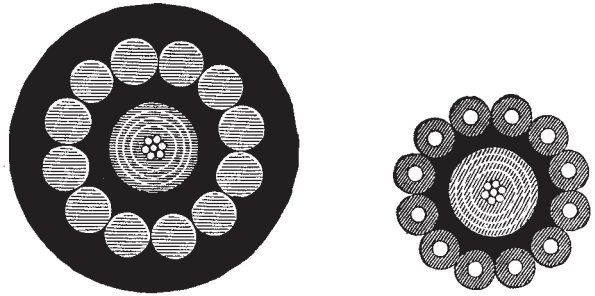
Oko igle su ovoji žice slično kao kod englezkoga brzojava. Kada struja timi ovoji ide, giblje se igla neznatno amo tamo, a iz ovih gibanja sastavljeni su znakovi za slova alfabeta. Igla se tako neznatno niše, da bi to jedva opazili, da jednostavno motrimo iglu, s toga je na njoj maleno zrcalce, u kom se zrcali njekoliko metara odaljena sjajno razsvietljena skala. Ovu skalu motrimo u zrcalu pomoćju dalekozora. Kada se igla najsitnije zaniše i zrcalce na njoj tim samo malo gane, već vidimo dalekozorom, kako se spomenuta skala jako pomakne, i samo tako nam je moguće opaziti najmanji trzaj igle.

Zanimivo je, kako se kod atlantskoga brzojava opaža razlika dobe dana u jednoj i drugoj strani svieta. Pošalje li n. pr. njetko u deset sati u jutro iz Pariza brzojavku u New-Orleans, to će ona tamo dospjeti u 4 sata u jutro, dakle šest sati prije nego je poslana. Ovomu pojavu je uzrok, što dalje na zapadu sunce sve kasnije izlazi, a munjina mnogo brže dodje tamo nego sunce.

Da vidimo, kako se je svietski brzojav dalje razvijao poslije opisanoga sjajnoga djela, kada spojiše žicom Europu i Ameriku. Smjeli poduzetnici atlantskoga kabela neimahu mira misleć na onaj kabel, što god. 1865. pade u dubinu morsku, s toga se upute da ga potraže. Možemo si pomisliti, kakova je to zadaća na otvorenoj pučini morskoj naći mjesto, gdje u dubini od jedno tri do četiri tisuće metara leži kabel. Pomoćju točnih astronomičkih mjerenja nadjoše kabel, te ga izvukoše i spojiše njegov kraj s krajem novoga kabela. Učiniv to uputi se „Great-Eastern“ spuštajuć novi kabel, natrag u Ameriku, te ustroji tako dvostruku brzojavnu svezu Amerike s Europom. Ali ni to još nebijaše Englezom dosta; da bolje osjeguraju brzojavno općenje s Amerikom, položiše god. 1869. treći kabel, god. 1874. i 1876. opet po dva. Ni Francuzi nehtjedoše zaostati, oni položiše god. 1868. kabel od grada Bresta u Francuzkoj do otoka Saint-Pierre u Americi (Sl. 58., 59. i 60.), a god. 1869. od grada Havrea do New-Yorka.

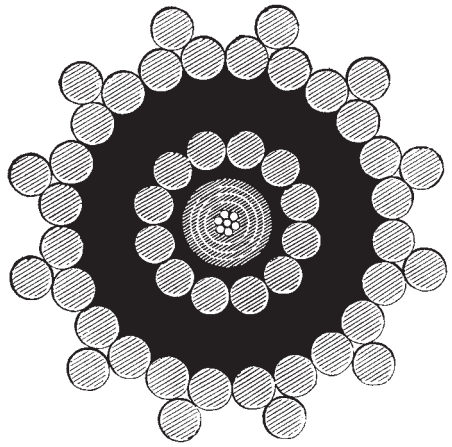
Izim ovih kabela, koji idu atlantskim oceanom, položeni su kabeli takodjer po drugih morih; tako spajaju Europu sa

Afrikom tri kabela iduća kroz sredozemno more, a ima kabela u crnom moru itd.



Sl. 58. i 59. Prorez kabela izmedju Bresta i St. Pierrea.
(*Debljina njegova u srednjih dubljinah.*) (*Debljina njegova u najvećoj morskoj dubljini.*)

Spajanjem podmorskih brzojavnih žica sa kopnenimi nastaju svietske brzojavne pruge, koje neposredno spajaju



Sl. 60. Prorez kabela izmedju Bresta i St. Pierrea.
(*Debljina njegova pri obali, naravna veličina.*)

više strana svieta. Najduža od ovih pruga prolazi smierom od zapada prama iztoku cielom širinom triju najvažnijih strana

svieta, širinom Amerike, Europe i Azije. Ova pruga počima u San Francisku, na zapadnoj obali Amerike, te završuje u Nikolajevsku, gradu na iztočnoj obali azijatske Ruske; glavne su joj postaje: New-York, Valencija, London, Berlin, Petrograd, Kazan i Kiahta. Po tom se ova pruga razpada u četiri diela: prvi je amerikanska kopnena pruga, spajajuća zapadnu i iztočnu obalu Amerike, onda sliedi atlantski kabel iz St. Pierrea u Novoj Foundlandiji do Valencije u Irskoj, zatim pruga iduća kroz Englezku, sjeverno more, Dansku, iztočno more do Rige, a napokon rusko-sibirska pruga preko Petrograda, Moskve, Nižnjeg-Novgoroda, Kazana, Perma, Katharinenburga, Omska, Tomska, Krasnojarska, Irkutska, Kiahte, Nerčinska, Blagovješčenska do Nikolajevska. Ovdje manjka samo kabel, koji bi išao tihim oceanom do San Franciska, pa bi ta pruga okružila cieli sviet neprekidnom brzojavnom žicom. Amerikanac Cyrus Field, koji je zasnovao atlantski brzojav, predložio je takodjer, da se položi kabel iz Nikolajevska preko sandvičkih otoka do San Franciska, i kako je ljudstvo devetnaestoga vieka poduzetno, neima dvojbe, da će se ova Fieldova misao skoro oživotvoriti.

Druga svietska brzojavna pruga ide od Londona prama jugo-iztoku Europe, od ovuda u južnu Aziju i Australiju. Ova pruga ide iz Englezke u Njemačku (Hannover, Berlin), Austro-Ugarsku (Beč, Budimpešta), balkanski poluotok (Ruščuk, Carigrad), onda ide kroz Malu Aziju, te dodje preko Bagdada i Basre u Abušir. Od ovuda ide najprije obalom persijskoga zaljeva, pa dospije do Bombaja u prednjoj Indiji, predje taj poluotok do grada Madrasa, ovdje uroni u bengalski zaljev, te dodje u Singapore u zadnjoj Indiji. Dalje ide indijskim oceanom preko Batavije, grada na otoku Javi, do sjeverne obale Australije u Port Darwin, te dalje predje čitavu Australiju od sjevera do juga do Port Augusta. U Singaporu sastane se ova pruga s drugom, koja dolazi iz grada Jedo u Japanu, te ide morem uz kinezku obalu, dirajuć gradove Nagasaki, Schanghai i Hongkong. U Abuširu gradu, na perzijskom zaljevu, pridružila joj se je druga pruga dolazeća iz Berlina preko Varšave, Odese, crnoga

mora, te Perzije (Tiflis, Teheran, Ispahan). Napokon joj se u Bombaju pridružuje treća pruga, dolazeća iz Londona preko Gibraltara, sredozemnoga mora, Sueza, crnoga mora i indičkog oceana.

Iz ovoga pregleda glavnih svietskih brzojavnih pruga vidimo, kako daleko se je već razširio brzojav. Osobito se moramo diviti ovom razprostranjenju, kada pomislimo, da nije još prošlo ni četrdeset godina, što bi položena prva brzojavna žica med Washingtonom i Baltimoreom.

Ogledamo li se na uporabu brzojava, to vidimo, da se je ona već sasvim udomaćila. Brzojav najviše dakako upotrebljuju trgovci, ali uz to on služi u najvažnijih državnih poslovih kao i u najneznatnijoj privatnoj stvari. U službi javne sigurnosti je brzojav od neprocjenive koristi. Da se kod željeznicah uz onoliki promet nedogadjaju česte nesreće, ponajviše je zasluga brzojava, kojim su sve postaje spojene medju sobom. U velikih gradovih rabi brzojav vatrogascem, da odmah doznadu, kada bukne vatra u najodaljenijem predielu gradu. Metereologija, ta za poljodelca toli važna znanost, napredovala je silno od onoga časa, od kada joj služi brzojav. Sve metereologičke postaje brzojavljaju svaki dan tlak uzduha, temperaturu, smier i jakost vjetra glavnoj postaji. Ona iz ovih podataka crpi rezultate, po kojih može vrieme za sliedeće dane prilično točno u napred kazati. Ove viesti javljaju se brzojavom gospodarom, da si mogu po tom urediti posao na polju. Pa kako prazne bi nam novine bile, da neima u njih svaki dan viesti sa svih strana svieta.

Telefon.

Reiss. — Graham Bell. — Gower.

Zar nebi više puta poželili, da nam se je razgovarati sa čovjekom, koji je mnogo milja daleko od nas, tako, da on čuje upravo naš glas, da ga može razpoznati, da čuje je li govorimo mirno ili strastveno, da može na svako pitanje odmah odgovoriti, kao da sjedimo zajedno kod jednoga stola? Rekli bi, čudna je to želja, pa da je tkogod pred stotinu godina pomislio, da bi mu se ona mogla izpuniti, ljudi bi mu se iz sažaljenja nasmijali. Pa ipak se duhu čovječjem malo kada koja misao pričinja nemogućom. Prije jedno dvadeset godina stadoše ljudi sanjat o tom, a amerikanski fizik Philipp Reiss sastavio je god. 1861. spravu, kojom je mogao pojedine glasove njekako šiljati u daljinu. Tko je čuo ono muklo štropotanje Reissove sprave, koje bi imalo biti slično čovječjem glasu, prije bi rekao, kanimo se toga, nego da bi slutio, da će čovjeku ipak poći za rukom liepu ovu misao onako izvesti, kako si je on to želio. Pravio se pokus za pokusom, a god. 1876. bio je telefon gotov. Godine 1877. učinjeni su njime prvi javni pokusi. Evo što amerikanske novine pripoviedaju o tih pokusih.

U Bostonu postaviše jedan telefon, a drugi u Maldenu, koji je jedno $9^1/_2$ kilometara od Bostona odaljen. Rieči izgovorene u Maldenu čuli su sasvim dobro u Bostonu. Bilo je moći točno razlikovati glasove raznih osoba. Kada su se jedno vrieme izmed Bostona i Maldena razgovarali, zapjeva jedna gospodja u potonjem gradu pjesmu o zadnjoj ruži iz opere

Marte. U Bostonu čuli su pjesmu, kao da su u ogromnoj koncertnoj dvorani, pa kao da na drugom kraju dvorane njetko pjeva. U Europi nehtjedoše pravo toj viesti vjerovati, a najviše valjda za to, što je ona dolazila upravo iz Amerike, koja je od uviek bila na zlu glasu radi izmišljenih novosti. Poslije izvedoše te pokuse izmedju Bostona i Conwaya opet istim uspjehom, premda su oba ova mjesta udaljena 230 kilometara.

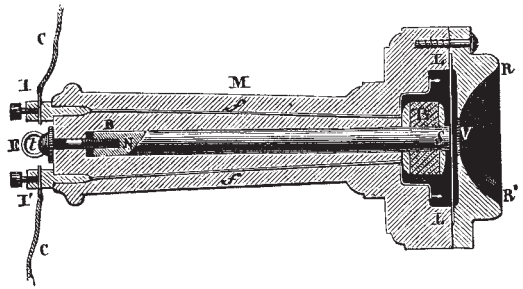
Zatim učestaše ti pokusi i telefon dospije i u Europu i sada se uvjeriše ljudi, da je to zbilja istina, što se je o telefonu pisalo. Dva mjeseca iza toga izvede iste pokuse akademija znanosti u Parizu i učeno družtvo u Londonu, a učenjaci i obćinstvo bili su s njimi zadovoljni. Izumitelj te krasne sprave jest Alexander Graham Bell, profesor u Bostonu, rodom iz Edinburga u Škotskoj.

Da čujemo najprije, na čem se osniva ta važna sprava. Uzmimo žicu, pa joj spojimo oba kraja. Ako sada ovako spojenoj žici primaknemo magnet, to će na čas proletiti kroz žicu munjevna struja. Odmaknemo li od žice magnet, to će po drugi put i opet samo na čas proći kroz žicu munjevna struja, ali sada će ona ići u protivnom pravcu od prijašnje. Isti taj pojav ćemo postići, ako magnet i miruje, no ako mu samo jakost njegova magnetizma mienjamo. Pri svakoj toj promieni poroditi će se na čas u žici munjevna struja. Ojačamo li magnet ili oslabimo li ga, svaki put će žicom poletiti munjevna struja, ali će ta struja jedanput u jednom, a drugi put u protivnom pravcu kroz žicu proletiti. Čim mi u većoj mjeri mienjamo jakost magneta, tim će jače biti ove struje u žici. Mi znamo, da se ovako nastale munjevne struje zovu inducirane struje, pa da ih je u ovom slučaju inducirao magnet. Mi možemo jakost magneta mienjati, ako mu približujemo i odmičemo komad mehkoga željeza, a to je za telefon od velike vriednosti.

Kao što magnet može proizvesti u žici munjevnu struju, tako može obratno munjevna struja magnet jačati ili slabiti. Ako omotamo oko magneta žicu, pa kroz nju provadjamo

munjevnu struju, to će magnet postajati jači ili slabiji prama tomu, da li provadjamo struju u jednom ili u protivnom pravcu. Ako to znamo, lahko će nam biti razumjeti sastav telefona. Naša slika prikazuje nam telefon u prorezu. (Sl. 61.)

NS je magnet, oko kraja *S* na magnetu ide izolirana žica, t. j. žica obavita svilom ili kaučukom. Ova žica je omotana na malenom drvenom valjku *B*. Krajevi ove žice spojeni su sa debljimi žicami *f*, a ove se mogu spojiti pomoćju malenih vijaka sa žicami *C* i *C'* koje vode u drugu postaju, gdje su spojene s isto takovom spravom. Nasuprot magnetu i valjku *B*, koji je omotan žicom, nalazi se veoma tanka pločica od mehkoga željeza. Pločica ta je učvršćena u okvir *L*, u



Sl. 61. Graham Bellov telefon u prorezu.

kom ona može još dovoljno titrati. Ovakovu tanku pločicu običajemo nazivati membranom.

Govorimo li u otvor *V*, to će pomenuta membrana zatitrati. Ovim titranjem će se ona čas približiti magnetu *NS*, čas će se pako odaljiti od njega. Tim će se mienjati jakost magneta, a svaka promiena u jakosti magneta stvoriti će induciranu munjevnu struju u žici, koja je omotana oko valjka *B*. Svaka ova struja proletiti će žicom *C* i otići će u drugu postaju. U drugoj postaji ide žica opet oko magneta. Struja će na ovom magnetu u drugoj postaji prama svojoj jakosti i prama smjeru mienjati takodjer jakost njegovu. Magnet će postajati sad jači sad slabiji, pa će onda i želježnu pločicu ili membranu sad

jače sad slabije privlačiti, a pločica će svaki put uztitrati i proizvesti glas. Pločica ova će upravo tako titrati, kao i ona u prvoj postaji, pa je naravno, da će ona ove iste glasove proizvesti, koji su u prvoj postaji izrečeni. Nam valja samo telefon druge postaje primaknuti uhu (sl. 62.), pa ćemo jasno razabrati glas i rieči iz prve postaje.

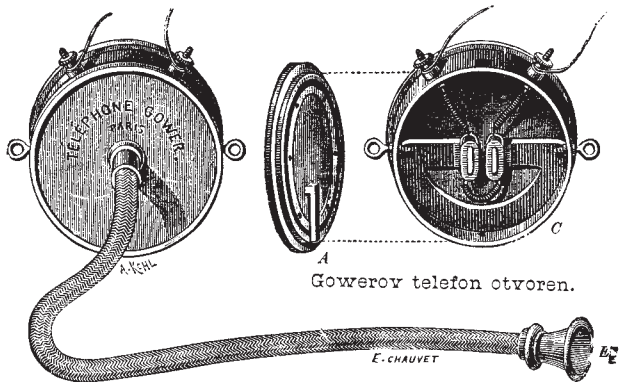
Kako iz ovoga opisa vidimo, sprava je to vrlo jednostavna, Valja nam samo imati na svakoj postaji po jednu takvu spravu, pa ih onda žicom spojiti. S početka su mislili, da bi mogli brzojavne žice upotrebiti za telefon, ali se pri pokusih poka-

Sl. 62. Slušanje sa telefonom.

zaše takve potežkoće, da su morali od toga odustati. Mi znamo, da neinducira samo magnet munjevne struje u bližnjoj žici, nego da to čini i munjevna struja, ako ju pokraj prve žice provedemo. Na jednom brzojavnom stupu nisu samo dvie žice, nego ih ima, kako znamo, obično više. Ako se kroz jednu žicu brzojavlja, t. j. ako se pušta kroz nju munjevna struja, to će ova struja proizvesti drugu struju u drugoj žici, kroz koju bi rada govoriti i slušati, kojom su naši telefoni spojeni. Mi ćemo čuti u telefonu štropot od druge žice, koji će silno prie-

čiti razumljivanju rieči, koje hoćemo slušati. Dapače viešt brzojavitelj, ako stoji pri telefonu, čuti će točno sve brzojavne znakove iz obližnje žice, dakle će razumjeti brzojavku, koja se brzojavlja. Ova prevelika ćutljivost telefona je razlog, s kojega valja telefone spajati pomoćju žica, koje nisu u blizini žica običnoga brzojava.

Hoćemo li slušati Bellovim telefonom, to ga moramo primaknuti uhu. Želi li dakle tkogod s nami govoriti, mora nas upozoriti kojim znakom, da slušamo. Ovo se najlaglje postigne običnim munjevnim zvonilom. Ovo zvonilo mora biti u spojnom luku telefona, t. j. mora biti spojeno sa one dvie žice, koje



Gowerov telefon otvoren.

Sl. 63. i 64. Gowerov telefon zatvoren.

vode iz jednog mjesta u drugo. Dotičnik, koji želi s nami govoriti, umetne galvansku bateriju u spojni luk telefona. Uslied toga zvonilo kod nas zazvoni, mi ga odstranimo i primaknemo telefon uhu, te slušamo. Mnogi su nastojali, da ojačaju glas telefona, tako da ga čujemo, ako ga i neprimaknemo uhu.

Siemens i Halske uzeše podkovasti magnet mjesto šibkastoga, i tim postigoše, da njihov telefon netreba primaknuti uhu; dosta je, ako smo samo blizu telefona. Osobito jednostavan je signalni aparat ovoga telefona. Malenom sviralicom zasvira se prama membrani, ovo sviranje se dosta glasno čuje na drugoj postaji, tako da se u prilično velikoj sobi svagdje

čuti može. Čim ga čujemo, približimo se telefonu, pa ćemo čuti rieči, koje nam se govore.

Jako je dobar telefon Gowera. Ovaj ima doduše drugi oblik nego telefoni, koje smo do sada opisali, ali je slično uredjen. Naše slike nam predočuju takav telefon (sl. 63. i 64.), kako se prikazuje iz vana i iz nutra. *C* je magnet podkovasta oblika. Na njegovih polovih su dva komadića mekanog željeza, a oko ovih istom su valjci omotani žicom. U ovaj telefon se govori kroz otvor *E*. Ali prije nego se govori, treba nas upozoriti, neka slušamo. U to ime zapuhne dotičnik u taj otvor. Zrak prolazi kroz zavinutu ciev *A* (sl. 64.), te udara silno o membranu; tim ova jako zatitra, te proizvede munjevne struje, koje u drugom telefonu porode tako jak glas, da ga možemo čuti, ako stojimo i podalje od telefona. Čim čujemo taj znak, dodjemo bliže telefonu, te u daljini od 5—6 metara razabiremo već dobro jednostavne izreke. Moramo naglasiti još jednu korist ovih usavršenih telefona. Oni se mogu spajati i pomoćju obične brzojavne žice, jerbo im je glas tako jak, da mu nesmeta onaj štropot, koji nastaje uslied induciranih struja bližnjih brzojavnih žica.

Čim je ovako telefon priličan stepen savršenstva postigao, odmah ga počeše u veliko uvadjati. U tom prednjači ponajviše Amerika. Amerikanci osobito obljubiše to svoje čedo. Samo jedno družtvo „Bell-Company“, koje se bavi pravljenjem telefona, prodalo ih je do septembra god. 1880. 85.000 komada. U Njemačkoj uvidiše takodjer skoro korist te sprave, tako da je do konca god. 1880. tamo već preko tisuću gradova i mjesta bilo spojeno telefonom. Osobito mnogo rabe telefon trgovci obrtnici, posjednici tvornica za obćenje medju privatnim sta, nom, komptoirom, tvornicom, spremištem itd.

Da takovo obćenje čim više olahkote, urediše Amerikanci tako zvani „Telephon-Exhange“. To je ured, gdje se stiču sve telefonske žice. Svaka stranka, koja telefon rabi, ima svoj broj. Da bude stvar jasnija, uzmimo da imamo br. 3, te da hoćemo govoriti s brojem 10. Pomoćju signalnog aparata dajemo

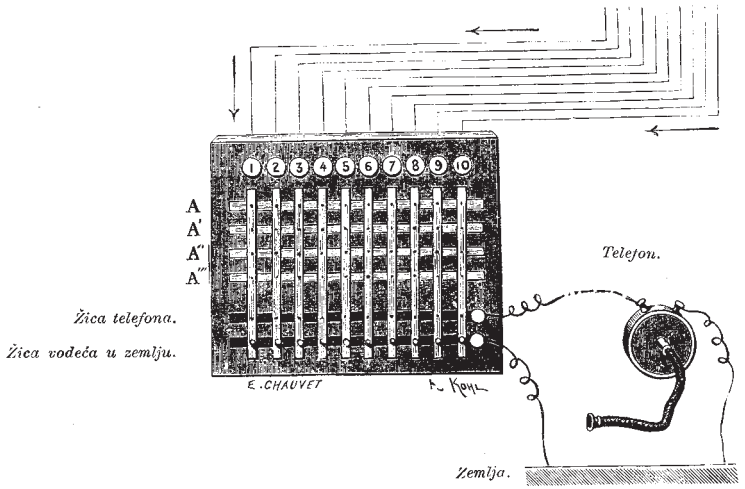
znak centralnom uredu. Činovnik u tom uredu odmah vidi, da broj 3 nješto želi, s toga umetne u spojni luk naše sprave svoj telefon, te nas upita, što hoćemo. Pošto mu javimo, da želimo govoriti s brojem 10, činovnik spoji žicu broj 10 sa žicom našega telefona. Sada se možemo po volji razgovarati. Činovnik naravno nečuje ništa. Jesmo li razgovor dovršili, javimo to signalnim aparatom činovniku, ovaj prekine savez izmedju nas i broja 10, i stvar je u redu.

Takovi centralni uredi uvedeni su takodjer u velikih gradovih Europe, kao u Parizu, Beču itd. U ovakovom uredu stiču se žice svih predbrojnika. Njihovi krajevi učvršćeni su na dvie ploče. Gornja od ovih služi, da obaviesti činovnika središnjeg ureda, dočim se pomoćju dolnje stavi u savez ovaj predbrojnik s onim, kojim želi govoriti. Da vidimo točnije, kako se to sbiva. Na gornjoj tih ploča su same malene pločice, od kojih se svaka može kretati oko vodoravne osi, te je kvačicom tako pričvršćena, da se nevidi broj, koji je na dolnjoj strani napisan. Spomenuta kvačica je pričvršćena na kotvi munjomagneta. Hoće li koji predbrojnik telefonskog središnjega ureda s drugim govoriti, pritisne puce u svom stanu, tim pusti munjevnu struju oko onoga munjomagneta, ovaj privuče uslied toga kotvu i s njom zajedno kvačicu. Pločica padne i pokaže broj dotičnoga predbrojnika. Tim što je pala, spoji ta pločica ujedno žice malenog munjevnog zvonila u središnjem uredu, te ovo svojim zvonjenjem upozori činovnika. Za službu po noći umetnu se velika munjevna zvonila, koja imaju tako jak glas, da će probuditi činovnika, ako je slučajno zadriemao.

Promotrimo točnije uredjenje centralnoga ureda u Parizu. Rekosmo, kada koji predbrojnik dade znak svojim signalnim aparatom, odkrije se jedna pločica, te on vidi na njoj broj toga predbrojnika. Činovnik mora se sada žuriti, da pita svoga predbrojnika, što želi. Na dolnjoj ploči (sl. 65.) vidimo same prutove od kovine, u kojih su maleni otvori. Na početku tih prutova su brojevi, koji odgovaraju brojevom gornje ploče. Ako se je gori odkrio broj 8, postaviti će činovnik kraj žice

jednoga telefona u odgovarajući mali otvor, i tim je njegov telefon spojen sa brojem 8; on popita, s kim želi govoriti broj 8, i sluša odgovor. Uzmimo da odgovor glasi: Hoću govoriti s brojem 6. Činovnik dade signalnim aparatom glas broju 6, da njetko želi s njim govoriti, čeka odgovorni znak toga predbrojnika, te onda spoji broj 8 sa brojem 6 jednom žicom i predbrojnici se mogu po volji razgovarati.

Spomenuli smo već, da je telefon najviše u porabi u Americi. God. 1880. bilo je u samom New-Yorku 1400 telefoničkih



Sl. 65. Sprava za spajanje telefona u centralnom uredu.

žica, u Bostonu 3000, a najviše u Chicagu, naime 30.000. U obće bilo je onda u sjedinjenih državah sjeverne Amerike više od 130.000 telefoničkih žica u porabi.

Mjernik Max Weber pripovieda zanimivih stvari o porabi telefona u Americi. Njeke ulice u velikih gradovih čine se kao da su prepletene u visini silnom paučinom od telefonskih žica, koje teku od krova do krova na sve strane. Osobito je zanimiv opis, što nam ga daje Weber o svojem posjetu kod njeke obitelji u jednom većem gradu sjedinjene sjevero-amerikanske

*

države. On pripovieda: Kada sam došao, bila je gospodja kod kuće, ona me srdačno primi. Pošto smo se pozdravili, izjavi ona: Gospodine, danas ste naš gost, mi ćemo se izvesti, da vidite grad, objedovat ćete kod nas, te ću k objedu pozvat njeke znance, s kojimi vas želim upoznati. Poslije podne izvest ćemo se parobrodom do Niagare. Sutra ćete se odvesti željeznicom, da vidite vrela petroleja. To će vas jamačno zanimati. Prekosutra i ostale dane proboravit ćemo na našoj vili. Sada ću telefonom javiti mojemu suprugu u njegovu pisarnu vaš dolazak, onda ću naručiti svoja kola, koja neimam u kući. od kada rabim telefon, pozvat ću znance k objedu, dogovorit ću se sa strojarom i stewardom glede vožnje i večere na parobrodu, napokon imam svašta da naložim služinčadi u vili. — Kada ćete sve to obaviti, milostiva gospodjo, zapitam? — Pogledajte si tamo na stolu albume ili se prošećite malo vrtom; dok se vratite, sve će biti obavljeno. — Ja sam ostao u sobi, te sam slušao, kako se ona dogovara sa svojim suprugom; onda izmieni centralni telefonički ured žice, tako da je tri četiri obitelji pozvala k objedu, dvie odmah privoliše. Onda pozove svoja kola. Govoraše s momčadi svojega maloga parobroda, koji bijaše u Erie — jezeru i ustanovi točno večeru, koja se je imala pripravit na tom brodu. Pošto je izdala više naloga upraviteljici svoje vile, javi njezin suprug, da je glede vožnje na željeznici sve već ugovoreno. Poslije 20, najviše 25 časova odalji gospodja telefon sa svojih ustiju, te uzdahne: To je bio velik posao; sada se idem pripravit za vožnju. Odmah ću doći. U to stupi u sobu pristara žena, bila je to kuharica, te stane govoriti u telefon isto tako okretno kano i njezina elegantna gospodarica. Ja sam se snebivao od čuda, kada ona stane telefonom naručivati pečenku, ribu, povrće, voće za objed, i to kod raznih trgovaca; svakomu je točno kazala, kakove i koliko robe treba. Dok su ovako gospodja i kuharica u prostoru od njekoliko četvornih milja dogovarali i naredjivali, ja sam kao točan čovjek izračunao, koliko bi se vremena kod nas izgubilo pisanjem listova, hodanjem i vozanjem, dok bi se obavio isti

posao, što su ga ovdje nježne ruke i usta načinile za 40 časova. Našao sam, da bi trebalo najmanje 40 sati. Koliko se je tu prištedilo posla i vremena! Znadu Amerikanci, da je vrieme novac.

Ovaj opis nam jasno predočuje korist telefona, s toga se nećemo čuditi, da se ta krasna sprava svakim danom sve to više uvadja. Nije protekla ni godina dana, što se je telefon uveo u Beču, sada ih već ima preko 500 u porabi. U Zagrebu je gradska kuća spojena sa kućom vodovoda telefonom. Pošto je rukovodjenje s telefoni tako jednostavno, to ga rabe takodjer mjesto brzojava, osobito u takovih mjestih, gdje neima ljudi, koji bi znali rukovoditi s dosta kompliciranom brzojavnom spravom. Zanimiva je takodjer uporaba telefona u novinarstvu. Veliki englezki list „Times“ u Londonu rabi telefon, da dobije čim brže točan tečaj razprave u parlamentu. Sjednice englezkog parlamenta traju često do kasno doba noći. „Times“ mora biti prije 5 sati u jutro gotov, da se odmah može poslati željeznicom u sjevernu Englezku i Škotsku. Prije su mogle novine točno donieti samo razpravu do oko 1 sata po noći. Sada spojiše telefonom kuću parlamenta sa svojom tiskarom, te od onuda njezini dopisnici javljaju slagarom razpravu rieč po rieč, a ovi odmah slažu. Slagari imaju takodjer telefon, da mogu zahtievati opetovanje rieči, koje slučajno nisu razumjeli. Tim se postigne to, da mogu novine donesti tek razprave do dva sata po noći. Mi to nesmatramo tako važnim, ali Englezom je mnogo do toga stalo, da im bude viest čim novija.

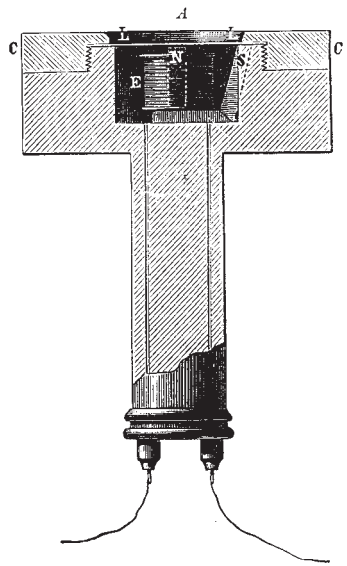
Tim smo promotrili razvitak telefona u ovo njekoliko godina, što je izumljen, a nije dvojbe, da će se ta sprava sve više usavršivati i njezina poraba sve dalje širiti.

Mikrofon.

Edison. — Hughes.

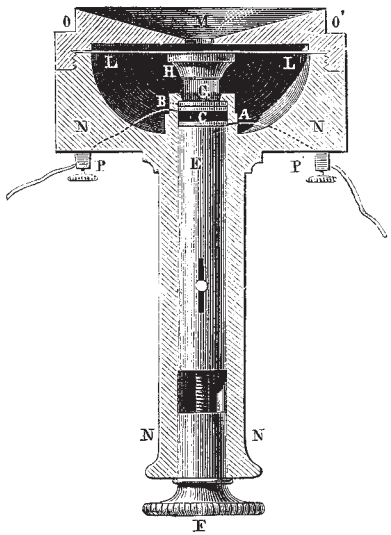
U najužem savezu sa telefonom stoji druga sprava, zovu ju mikrofon. Spravu tu spajaju sa telefonom, pa ona tu pomaže, da možemo iz telefona čuti i najsitnije glasove, koje samim telefonom nebi čuli. Čudnovato je, kako mnogi izumi više puta tako rekuć leže u zraku. Više ljudi na raznih mjestih izume jednu te istu stvar, i to u isto vrieme. Svaki je drugim načinom došao do svoga izuma, neznajuć o tom, da se u to isto doba i drugi s tim bavi. Slično je bilo i s telefonom. U isto doba po prilici, kada je Graham-Bell izumio svoj telefon, napravio je takodjer Tomas A. Edison telefon, koji je drugačije uredjen nego Bellov telefon. Pošto ova Edisonova sprava pravi na njeki način prelaz izmedju telefona i mikrofona, te pošto se ona takodjer mnogo upotrebljuje u praktičnom životu, to ćemo ju ovdje potanje opisati, prije nego što predjemo na opis sama mikrofona. Ona sastoji naravno od dva diela, od primala i javila. Primalo je sasvim slično onom u Bellovom telefonu, zato ćemo ga ovdje samo sa dvie tri rieči opisati. (Sl. 66.) Na širjem kraju kutije A nalazi se otvor, na koji slušamo. Pod otvorom stoji tanka željezna ploča $L\,L$, koja svojim titranjem proizvadja glasove. Pod pločom se nalazi magnet NS, a oko njegova pola N omotana je na valjku E izolirana bakrena žica. Krajevi te žice su spojeni sa žicama, koje dolaze od javila, koje ćemo odmah upoznati. Spomenute žice spajaju ujedno s javilom galvansku bateriju, tako da kroz nje neprestano prolazi munjevna struja iz jedne postaje u drugu.

Javilo samo (Sl. 67.) je tako uredjeno, da se jakost munjevne struje, što krozanj prolazi, neprestano mienja, tim što u javilo govorimo. Znamo, da ovakova struja, koja biva čas slabija, čas jača, radja nove (tako zvane inducirane) struje. Nove ove struje odlaze u primalo druge postaje, te djeluju tamo na magnet, oko kojega idu, te ga čas jačaju, čas slabe. Mi znamo, što je posljedica toga: magnet će sad jače, sad slabije privući željeznu ploču, koja je nad njim. Ploča će uslied toga zatitrati, te titranjem proizvesti glas. Kazali smo, da je javilo tako uredjeno, da čas slabi, čas jača munjevnu struju, koja kroz njega prolazi. Moramo sada promotriti, kako se to sbiva. Pogledajmo si tu spravu, pa ćemo to odmah znati. Kazali smo, da munjevna struja iz galvanske baterije neprestano prolazi kroz javilo. Galvanska struja ulazi žicom kod P' (Sl. 67.), te ide k platinenoj pločici A. Nad tom pločicom je komad ugljena C, a nad ovim druga platinena pločica B, s kojom je spojena druga žica, koja kroz vijak P izlazi iz javila. Kako vidimo, munjevna struja mora ići od jedne platinene ploče do druge kroz komadić ugljena, koji je med ovima pločama. Čim ploče jače pritisnemo uz ugljen, tim će se one bolje dodirati ugljena, a tim će onda laglje prolaziti munjevna struja. Čim pako munjevna struja laglje prolazi, tim manje oslabi na svom putu. Odalje li se nasuprot platinene ploče od ugljena, tako da ga jedva dotiču u njekoliko samo točkah, to neće munjevna struja moći lahko prolaziti od jedne platinene ploče do druge, već će jako oslabiti. Da mi dakle prstima čas manje, čas jače



Sl. 66. Edisonov telefon; primalo.

pritisnemo ove dvie platinene pločice, to bi se tim mienjala jakost munjevne struje, uslied toga bi nastale u žici inducirane struje, koje bi djelovale na magnet u primalu, te bi uslied toga željezna pločica nad magnetom zatitrala i dala bi njeki glas. To dakako nebi imalo nikakove svrhe. Valjalo je cielu spravu tako udesiti, da mi svojim vlastitim govorom platinene pločice ugljenu pritiskujemo, pa da se onda taj glas na obližnjoj postaji u primalu čuje.



Sl. 67. Edisonov telefon; javilo.

Da vidimo, kako je to Edison udesio. Nad gornjom platinenom pločicom *A* je tanka željezna ploča *LL*, koja je tako udešena, da može titrati. Izmedju nje i pločice *A* je komadić pluta *H*. Govorimo li prema željeznoj ploči, to će ona zatitrati, pa svakim titrajem sad jače sad slabije pluto, a plutom platinenu pločicu *A* prama ugljenu pritisnuti. Mi znamo, kakve će to posljedice imati. Inducirane struje ojačati i oslabiti će magnet na obližnjoj postaji, pa će tako magnet proizvesti isto titranje na željeznoj pločici u primalu. Pločica će isto tako titrati i igrati, kao što je titrala prva ploča od našega glasa, pa će i ona u primalu izvadjati naš glas i čovjek će moći sasvim točno naše rieči razabrati.

Kako je već spomenuto ima sprava, koje su slično uredjene kao javilo Edisonova telefona, ali su one mnogo ćutljivije nego Edisonova sprava, tako da neće prenesti iz jedne postaje u drugu samo glas našega govora, već i svaki najmanji štropot, koji se dogadja u njihovoj blizini, dapače takov,

koji prostim uhom ni čuti nemožemo. Ovakove sprave se zovu mikrofoni.

Mikrofon izumio je sasvim slučajno fizik Daniel Eduard Hughes iz Louisvillea u Americi, onaj isti, koji si je već god. 1855. glasovito ime stekao, izumiv brzojav, koji sam slova tiska. Kada je jednom Hughes pravio pokuse Bellovim telefonom, pretrgne se slučajno žica, koja je vodila iz jedne postaje u drugu, i on začuje isti čas čudnovat štropot u telefonu. Hughes sastavi oba kraja žice tako, da su se krajevi upravo doticali, postavi uz to uru, te je u telefonu čuo kucanje ure.

To ponuka Hughesa, da sastavi mikrofon. To je sasvim jednostavna sprava, te se može napraviti u raznih oblicih. Pričvrste se n. pr. na tanku drvenu kutiju uzporeda dva komadića ugljena, koja su tako priredjena, da vode munjinu. Svaki se ugljen spoji s jednom žicom, koja dolazi od jednog i drugog pola galvanske baterije. Te žice moraju biti ujedno spojene s telefonom. Na spomenuta dva komadića ugljena položi se popreko treći komadić ugljena, tako da može munjevna struja, koja dolazi žicom, preko ovoga ugljena prelaziti. Od najmanjega štropota blizu mikrofona zatitrati će uzduh, uslied toga će se potresti onaj komadić ugljena, što prosto leži na druga dva ugljena. Tim će se mienjati dodir izmedju tih ugljena, tako da će struja čas teže čas laglje prolaziti, a to je kako znamo već dovoljno, da nastanu u žici inducirane struje, koje će u primalu poznatim načinom proizvesti glas, koji sasvim odgovara glasu proizvedenu kraj javila.

Mikrofon je tako ćutljiva sprava, da ćemo njim čuti glasove, koje inače nebi ni opazili. Predjemo li percem sasvim lahko preko gornje dašćice mikrofona, to ćemo u telefonu, koji služi kao javilo čuti štropot; isto tako ćemo čuti muhu, koja ide po toj dašćici.

Postavimo li dobar mikrofon u koju prostoriju, te ga spojimo s telefonom na drugom mjestu, to ćemo ondje čuti svaki glas, svaki štropot, što se sbiva u prostoriji, u kojoj je mikrofon. Kod parižke i monakovske električne izložbe, šlušali

su ovako ljudi u izložbi opere, drame i koncerte, koji su se u isto doba davali na raznih mjestih u Parizu.

Mikrofon, koji je ćutljiv za najmanje glasove, naviešta na observatoriju profesora Palmieria na Vesuvu već unapred provalu vulkana, jerbo se njim čuju najmanje trešnje i podzemni zvukovi, koje prostim uhom još nebi mogli čuti.

Indijski Radasch Madava Row upozorio je na to, da bi se pomoćju mikrofona mogla tražiti podzemna vrela, i zbilja je to već s uspjehom pokušano.

Mikrofon upotrebljuju danas u lječničtvu, zatim kod znanstvenih iztraživanjah itd., pa nejma dvojbe, da će mikrofon još danas sutra biti od velike važnosti u znanosti.

Galvanoplastika i galvaničko posrebrivanje i pozlaćivanje.

Munjina razstavlja kemičke spojeve, medju koje spadaju i soli. — Jakobi, izumitelj galvanoplastike. — Galvansko pobakrivanje, posrebrivanje i pozlaćivanje.

Govoreć o munjevnoj struji, spomenuli smo, da možemo njom razstavljati kemičke spojeve. Naveli smo kao primjer vodu, koju možemo razstaviti u dva plina, u vodik i kisik.

Kao što vodu, tako raztvara munjevna struja i svaki drugi kemički spoj, ako se on samo raztopiti dade. Medju rudami ima u prirodi mnogo ih, koje se dosta lahko u vodi tope. Sve takve rude nazvala je znanost jednim imenom, mi velimo, da su to s o l i, jer u mnogom naliče običnoj kuhinjskoj soli. Zelena i modra galica su takve dvie soli. Nu mi možemo i na umjetan način napraviti razne soli. Mi možemo, da navedemo primjer, zlato i srebro raztopiti u kiselinah, pa napraviti od njih s o l i. Ako uzmemo ma koju takvu sol, bila ona naravna ili umjetna, pa ju raztopimo i stanemo u raztopinu uvadjati munjevnu struju, to će nam struja sol raztvoriti u njene sastojine. Uzmimo n. pr. modru galicu, pa ju raztopimo u vodi. Modra galica sastoji od bakra i sumporne kiseline. Ako sada u raztopinu modre galice uvedemo munjevnu struju, to će struja raztvoriti galicu u njene sastojine, u bakar i sumpornu kiselinu. Sumporna kiselina će se nakupljati pri žici, koja dolazi od pozitivnoga pola galvanske baterije, dočim će se bakar sabirati na drugoj žici. Za kratko vrieme ćemo opaziti, kako se je na ovoj drugoj žici složila tanka naslaga bakra. Čim bude dulje munjevna struja kroz raztopinu prolazila, tim će deblja

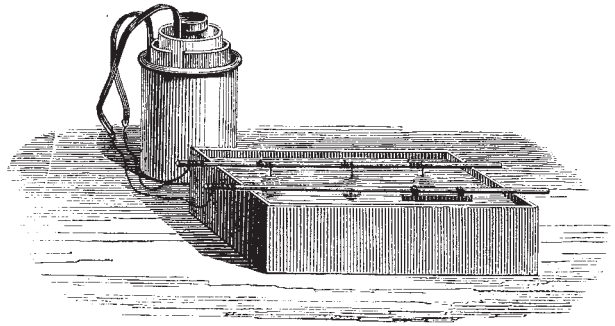
postajati ova naslaga bakra. Objesimo li na tu žicu kakov kovni predmet, n. pr. novac, to će se bakar na novac obarati, te će ga za koje vrieme sasvim pokriti. Kada postane naslaga bakra na novcu dosta debela, možemo ju tankim nožem odlupiti, pa ćemo na njezinoj nutarnjoj strani viditi sasma točno otisnut dotični novac. Bakar se na novac obara kao najfiniji prašak, što si ga samo pomisliti možemo, pa zato on točno izpunjuje sve udubine onoga novca. Otisak, što smo ga na taj način dobili, jest obratan otisak jedne strane dotičnog pred-

Sl. 68. Sadreni otisak od medalje.

meta, t. j. što je na novcu izbočeno, to je na našem otisku izdubljeno i obratno. Da dobijemo pravu sliku novca, treba sada onaj novac odstraniti iz raztopine, pa na mjesto njega pričvrstiti na žicu dobiveni otisak. Sada će se na ovaj obarati bakar, te ćemo dobiti drugi otisak, koji je obratan od prvoga, ali je sasma jednak našemu novcu. Ovim načinom dobiveni otisak zove se galvanoplastičkim otiskom, a način, kojim se to pravi, zove se galvanoplastika. Prvi, koji je takove otiske pravio, bio je Jakobi, fizik u Petrogradu, god. 1838.; a da se je već onda upoznala velika važnost ovoga

izuma, dokazom je to, što je ruska vlada radi toga dala izumitelju galvanoplastike nagradu od 25.000 rubalja.

Kod gori opisanog postupka treba, ako želimo reproducirati koj predmet, munjevnom strujom dva puta obarati bakar. Tomu treba mnogo vremena, jer čim polaganije bakar obaramo, tim će ljepša biti reprodukcija. Da se prištedi dvostruko obaranje bakra, radi se sada na sliedeći način. Ponajprije si načinimo od predmeta, koji želimo reprudicirati galvanoplastičkim načinom, odljevak od sadre ili gutaperke. (Sl. 68.) Da možemo odljevak rabiti, moramo ga prirediti tako, da vodi munjinu, jer sama sadra ili gutaperka munjine nevode. A to se postigne tako, da se odljevak namaže finim praškom od grafita (tuhe), koji

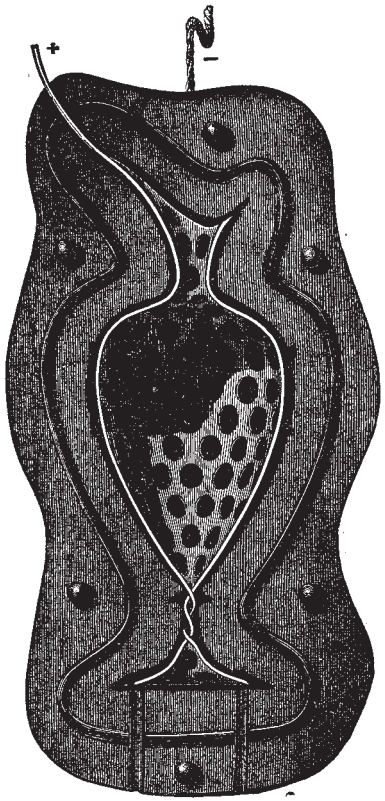


Sl. 69. Sprava za pobakrivanje.

dobro vodi munjinu. Da izlučeni bakar nebi pokrio cieli ovaj odljevak, jer ga je u tom slučaju težko od njega odlupiti, to se ona strana odljevka, koju nećemo reproducirati, namaže voskom, jer se na vosak bakar nemože obarati. Kada je sve tako priredjeno, stavimo odljevak u galvanoplastičku spravu. Kako vidimo na našoj slici (sl. 69.) sastoji ova sprava od četverouglaste posude, u kojoj je raztopljena modra galica. Uz ovu posudu vidimo galvanski članak, koji razvija munjevnu struju. Sa svakoga pola ovoga članka ide jedna žica u posudu s modrom galicom. Na onu žicu, koja polazi s negativnoga pola, pričvrsti se rečeni odljevak. Munjevna struja će prolaziti raztopinom modre galice, te će ju, kako već znamo, raztvarati.

Jedna njezina sastavina, naime bakar, polagano će se obarati na odljevak. Za njekoliko sati ćemo već viditi, da je odljevak pokrit tankom vrstom bakra. Pustimo li, da munjevna struja djeluje dva tri dana, to će ta vrsta dovoljno odebljat, da ju

Sl. 70. Posuda, koja se ima bakrom reproducirati.



Sl. 71. Otisak od posude u gutaperki za reprodukciju sa bakrom.

možemo pozorno odlupiti od odljevka, pa tim smo dobili sasma točan snimak našega predmeta. Pošto munjevna struja neprestano raztvara modru galicu, te iz nje obara bakar, to se vremenom raztvori sva modra galica u raztopini. A kada neima u njoj više modre galice, nemože se ni bakar dalje obarati.

Da se ovom pomanjkanju bakra na put stane, objesi se u kapljevinu vrećica napunjena ledci modre galice. Koliko se galice raztvaranjem u raztopini potroši, toliko se opet nove galice raztopi, tako da je u kapljevini uviek dosta modre galice, dakle i bakra. No galvanoplastičkim načinom nesnimaju se samo maleni predmeti, kao što su novci, kolajne itd., nego se mogu napraviti snimci i od velikih predmeta, pa i od čitavih posuda. U takovom slučaju otisne se ponajprije dotična posuda u gutaperki, koja je za takov posao osobito prikladna. Ona je doduše tvrda kod obične temperature, ali se grijanjem naskoro u toliko omekša, da ju treba samo slabo pritisnuti uz dotičnu posudu, pa će ona sasvim točno poprimiti ne samo oblik te posude, već i najfinije rezbarije, koje su na njoj. Kada se zatim gutaperka ohladi, otvrdne opet, te ju možemo sasma lahko odlupiti od predmeta. Dobiveni otisak namažemo kao i prije grafitom, te ga na isti način pričvrstimo u galvanoplastičkoj spravi. (Sl. 70. i 71.)

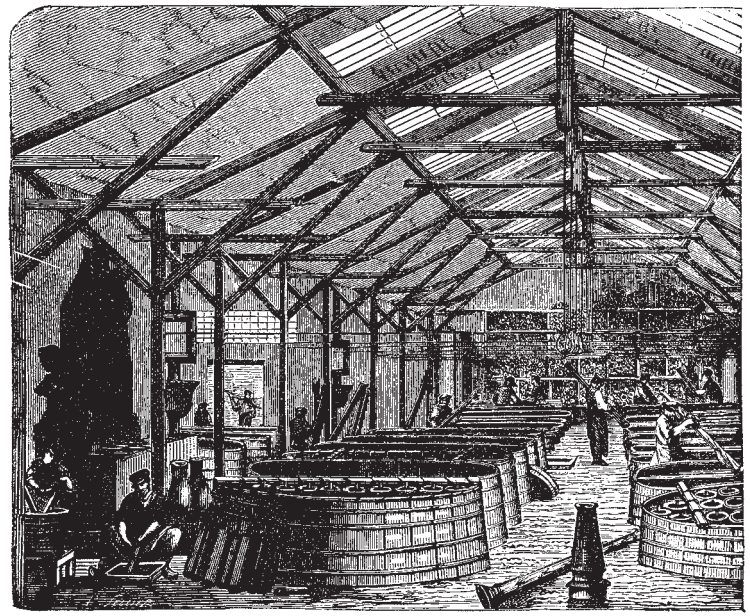
Kako već spomenusmo, postigla je u novije doba galvanoplastika veliku važnost. Njeki ju nazvaše „hladno ljevanje“, a to ime nije baš zlo odabrano, jer se sbilja svi predmeti, koji se inače prave ljevanjem u vatri raztaljene kovine, mogu mnogo ljepše izvesti galvanoplastičkim putem.

Da nabrojimo u kakove svrhe poglavito služi galvanoplastika. Galvanoplastikom prave se snimci riedkih novaca, kolajna i pečata. Snimci ovi su tako slični izvorniku, da si ih bolje nemožemo poželiti. Isto tako se snimaju riedke statuete, basreliefi i t. d. Mnogi predmeti su tako riedki i skupi, da ih pojedini muzeji nemogu nabaviti; oni se onda galvanoplastički snimaju i uz jeftinu cienu u sviet šire.

Uspjelo je dapače galvanoplastički snimiti i velike kipove; dakako, da se u tom slučaju moraju snimiti napose pojedini dielovi, a onda se od dielova sastavi cieli kip. Najveće takvo dielo, što ga je galvanoplastika izvela, jest snimak Trajanova stupa u Rimu. Kada je rimski car Trajan, koji slovi kao jedan od

najboljih rimskih vladaoca, porazio razbojnički narod Daka, dade rimski senat u slavu toga čina napraviti spomenik. Spomenik je imao oblik stupa, a napravili su ga od najljepšeg kararskog mramora. Na površini mu izkljesaše množinu slika od vanredne ljepote i umjetničke vriednosti. Slike te predstavljaju razne bojeve Trajanove, pa imadu uz svoju umjetničku vriednost još i tu kulturnu važnost, što nam one vierno predočuju odjelo, oružje, običaje, način vojevanja Rimljana kao i drugih naroda one dobe. Francuzki car Napoleon naloži, da se ovaj stup galvanoplastički snimi. Kakov je to silan posao bio, uvidit ćemo odmah, ako čujemo, da je taj stup 40 metara visok, a izklesano je na njem 2000—3000 kipova. Najmanji kipovi bili su preko pol metra, a najveći i preko jednoga metra visoki. Najprije je tu trebalo od pojedinih djelova stupa uzeti sadrene odljevke. Ovi dodjoše u galvanoplastičku spravu u ogromnoj radionici Oudina u Parizu. Tu napraviše bakrene otiske, a onda ih složiše u cieli stup. Galvanoplastika se nadalje jako mnogo rabi u tiskarstvu, osobito za tiskanje slika, karta i t. d. Drvorezi se netiskaju po originalu, koji je urezan u drvo, već se od drvoreza napravi galvanoplastičkim putem kopija, a njom se onda tek slika na papir tiska. Kao što sa drvorezom, tako se i sa bakrorezom netiskaju odmah slike. Vrlo je to mučan posao u bakru izrezati valjanu sliku, tomu treba mnogo vještine i vremena. Kada bi se sa ovakovom pločom slike na papir tiskale, to bi se ona dosta brzo tako iztrošila, da bi nam se pokvarila, a to bi bila velika šteta; s toga se originalna ploča niti neuzimlje za tisak, već se naprave galvanoplastičke kopije, a ove se istom pretiskavaju. Ovako možemo tiskati dobar bakrorez, koliko puta nas je volja, a on se neće ni najmanje iztrošiti.

Kako smo vidili, zadaća galvanoplastike jest, da načini od bakra snimak sasma jednak originalu. Ako je original ovaj od kovine, to ga moramo prije nego ga stavimo u galvanoplastičku spravu malo namazati uljem, da se korica bakra, koja se na njem napravi, lahko može odlupiti. Stavimo li u galvanoplastičku spravu kovni predmet, koji smo dobro očistili, tako da nije ni najmanje mastan, to će korica bakra tako prionuti uz njega, da ju nećemo skinuti moći, osobito ako je korica jako tanka. To nam može služiti, da koj predmet pobakrimo, t. j. sasvim pokrijemo bakrom. Ovo se često upotrebljava, da se željezne stvari občuvaju od hrdje. Plinski kandelabri, t. j. stupovi, koji nose plinske svjetiljke, prave se od ljevenoga željeza.

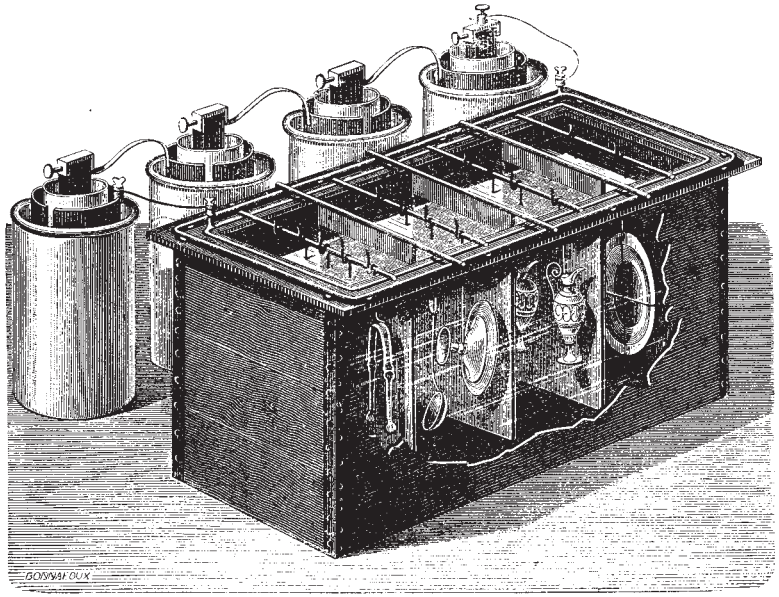


Sl. 72. Radionica za pobakrivanje kandelabra.

Željezo bi na zraku skoro pohrdjalo, s toga se mora pokriti nječim, što prieči pristup vlage i zraka do željeza. U tu svrhu namažu se kandelabri uljenom bojom ili pako, što je još bolje, oni se galvanički pobakre.

Naša slika (sl. 72.) nam predočuje radionicu, u kojoj se taj posao obavlja. Kandelabri stavljaju se u velike badnjeve, napunjene raztopinom modre galice. U ovih badnjevih jesu takodjer

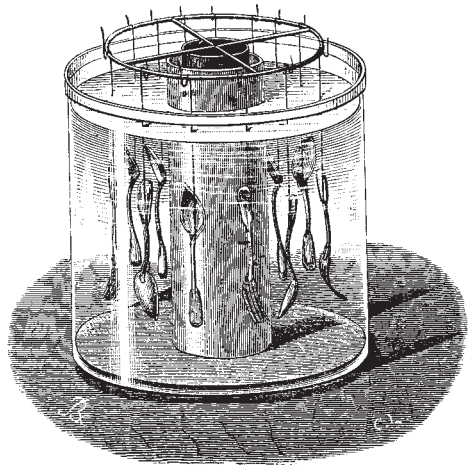
galvanski članci, koji proizvadjaju munjevnu struju, a uz to je takodjer u svakom badnju vrećica sa ledci modre galice. Kako znamo, čini se to zato, da bude u raztopini uvjek dosta modre galice. Za jedno osam dana pokrije se u takovoj spravi kandelabar koricom bakra, koja je blizu dva milimetra debela. Pošto bakar nehrdja, to se ovako priredjeni kandelabari neće ništa promieniti na zraku.



Sl. 73. Galvanoplastičko pozlaćivanje.

Danas je u obrtu od mnogo veće važnosti galvanoplastičko posrebrivanje i pozlaćivanje, nego što je pobakrivanje. I prije su posrebrivali i pozlaćivali predmete od bakra, bronca, tutije itd., ali to se je činilo drugim načinom. Srebro ili zlato raztopili bi u živi, pa onda tim raztopom namazali predmete, koje su se imali posrebriti ili pozlatiti, onda bi se ti predmeti grijali. Živa se u vrućini izpari, a na predmetu ostane srebro ili zlato kao tanka korica.

Živine pare su veoma otrovne, te su ubogi radnici u ovakovih tvornicah redovito opasno oboljeli. Izumom galvaničkoga posrebrivanja i pozlaćivanja prestao je na radost svakoga čovjekoljuba ovaj ubitačan posao. Pri galvanoplastičkom posrebrivanju i pozlaćivanju postupa se upravo tako, kao i kod pobakrivanja. Valja nam imati raztopinu srebra i zlata, pa u nju metnuti predmet, koji želimo posrebriti ili pozlatiti, a onda u raztopinu uvadjati munjevnu struju. Da se predmet posrebri



Sl. 74. Galvanoplastičko posrebrivanje.

ili pozlati, dovoljna je veoma tanka korica, a ta je gotova za koji časak.

Da pozlatimo predmete od srebra, bakra ili bronca, uzimljemo spravu, koju nam prikazuje slika 73. Vidimo na njoj munjevnu bateriju sastavljenu od četiri galvanska članka. Do nje stoji posuda sa raztopinom zlata, i u njoj uronjenimi predmeti, koji se imaju pozlatiti. Ovi su spojeni sa negativnim polom baterije, dočim su na pozitivnom polu obješene zlatne ploče, koje imaju svrhu, da nadoknade u tekućini zlato, koje se potroši obaranjem na predmete.

*

Slika 74. pokazuje posudu, u kojoj je raztopina srebrne soli. Vidimo u njoj predmete pripravljene za posrebrivanje, i u sredini srebrnu valjkastu ploču, pa treba samo spojiti srebrnu ploču s pozitivnim, a predmete s negativnim polom galvanske baterije, te će se oni na skoro posrebriti.

U praktičnom životu jako mnogo rabe posrebrene žlice i vilice. Ovakovi predmeti nisu tako skupi, a ipak su liepi i čisti, kao da su od samoga srebra. I tako vidimo, da u novije doba znanost ide za tim, da svi stališi mogu uživati pogodnosti, koje su prije uživali samo bogataši. Posrebrivanje i pozlaćivanje se je danas na daleko razširilo nesamo u obrtu, nego i u umjetnosti. Crkva sv. Izaka u Petrogradu znamenita je radi svoga bogatoga uresa. Podnožja i glavice stupova su od bronza, koji je pozlaćen galvaničkim putem. Za taj posao trebalo je silnih posuda, od kojih je svaka sadržavala 5700 litara raztopine zlata. Svega skupa potrošilo se je u tu svrhu 280 kilograma zlata. A taj silni posao izvela je ruska galvanoplastička radionica u Revalu. I ovaj primjer nam pokazuje, kako se dan danas munjina sve više upotrebljuje nesamo u prometu i obrtu, već i u umjetnosti.

Zrakoplovi.

Izumiće zrakoplova. — Montgolfier. — Charles. — Prvi putnici: marquis d' Arlande i Pilâtre de Rozier. — Putovanje Charlesa i Roberta. — Blanchardova plovitba preko Pas de Calaisa. — Smrt Pilâtre de Roziera. — Zrakoplov „Le Geánt". — Ballon captiv. — Poraba zrakoplova u ratu, osobito kod obsjede Pariza god. 1870 1871. — Čudnovati put zrakoplova „La ville d'Orleans". — Poraba zrakoplova u znanstvene svrhe: Biot i Gay-Lussac, Glaisher. — Smrt zrakoplovaca Crocé-Spinellia i Sivela. — Tumačenje zrakoplova. — Padobran.

Upravo je sto godina prošlo, od kada se je prvi zrakoplov u zrak digao. Bila su to dva brata, Stjepan i Josip Montgolfier, koji su prvi put izveli tu misao, o kojoj je već toliko čovječanstvo smišljalo. (Sl. 75.) Napraviše oni balon od platna. Iz nutra ga obložiše papirom, a ozdo ga ostaviše otvorena. Pod balonom naložiše oni vatru od slame. Od vatre se je ugrijao zrak. Zrak se je razširio i postao laglji, pa se stao gore dizat i sa sobom uzdigao balon. Prvi pokus izvedoše oni 4. junija god. 1783. u mjestu Annonay u Francuzkoj. I pokus im liepo uspje. Balon se je uz oduševljeno klicanje občinstva za deset časova podigao na jedno 500 metara. Mjestna oblast sastavi o tom službeno izvješće i pošalje ga akademiji znanosti u Pariz. Ova pozove odmah oba Montgolfiera, neka dodju u Pariz, da opetuju svoj pokus. Živahni Parižlije jedva očekivahu dan, kada će se pred njihovim očima podignuti zrakoplov. Oni sakupe za nekoliko dana 10.000 franaka, te povjere Robertu, tvorničaru fizikalnih sprava, da pripravi balon za Montgolfiere. Charles, profesor fizike, imao je tim poslom upravljati. U Parizu nije u to doba još nitko znao, kakov plin je bio u zrakoplovu Montgolfiera, jer

toga oni nisu htjeli nikomu kazati. U službenom izvješću bilo je kazano samo toliko, da je taj plin za polovicu laglji od zraka, jer nisu znali, da je to bio samo razriedjen zrak. Charles pomisli, da bi dobro bilo napuniti balon vodikom. Vodik je plin, koji je četrnaest puta laglji od zraka, pa bi se onda balon morao lahko u zrak dizati. Nije bilo u ono doba lahko pripraviti toliko vodika, koliko ga treba, da se napuni ovelik balon.

Sl. 75. Braća Stjepan i Josip Montgolfier.

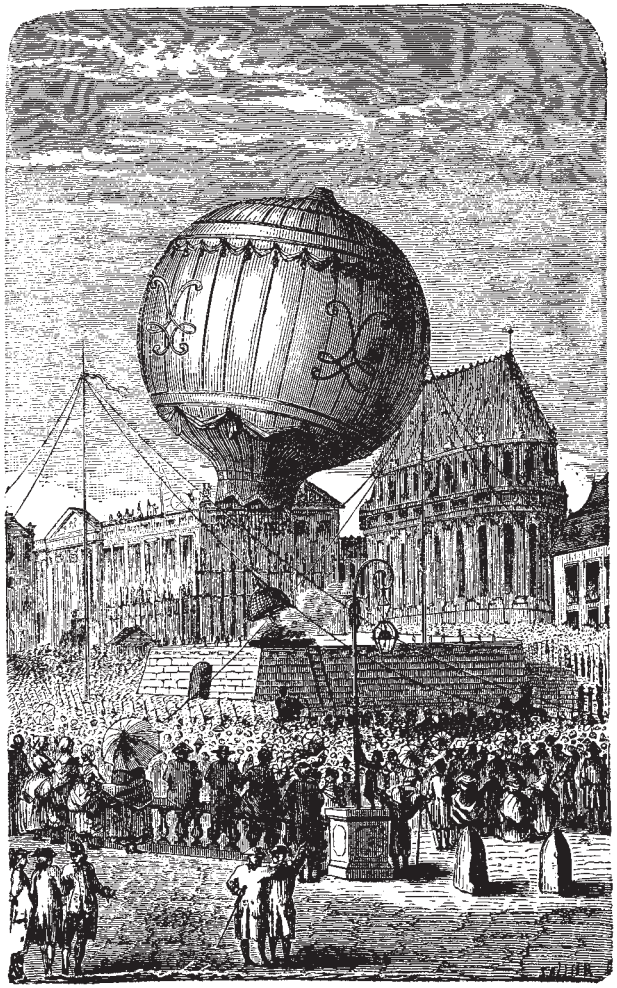
Ali i te neprilike svlada Charles i 27. augusta god. 1783. podiže se u vrtu tuillerijskom prvi zrakoplov, napunjen vodikom u zrak. (sl. 76.). Tko da opiše radost Parižana; 300.000 ljudi klicaše oduševljeno, kada se zrakoplov za kratko vrieme od deset časa podignu u visinu od 1000 metara. Brzo iza toga dodje Stjepan Montgolfier u Pariz i pusti 19. septembra i. g. u Versaillu svoj zrakoplov (sl. 77.) s ugrijanim zrakom u vis. Na balon bijaše objesio krletku, u kojoj je bila koza, kokoš i patka.

To su bili prvi putnici zrakoplovu, a mogli su se pohvaliti dobrom srećom. Kada su se podigli do znatne visine,

Sl. 76. Prvi zrakoplov, punjen vodikom, pušten u zrak u tuillerijskom vrtu 27. augusta 1783.

padoše opet liepo mirno na zemlju natrag. Ovaj uspjeh potaknu Montgolfiera, da sastavi zrakoplov, u kojem će se i ljudi moći

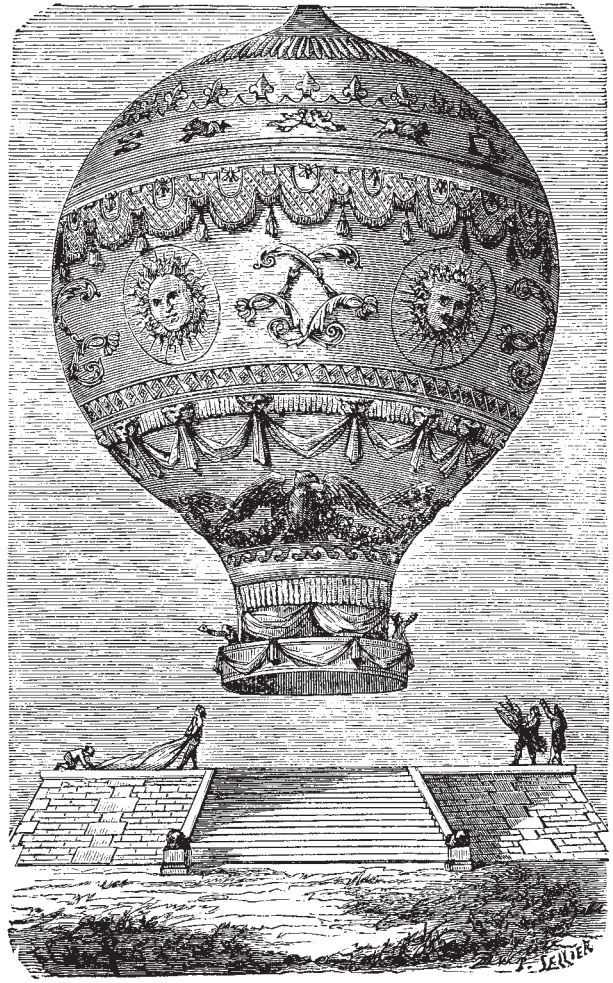
dići. U to ime napravi on veliki balon, koji je bio u promjeru visok preko 20 metara, a širok do 14 metara. Na tom balonu



Sl. 77. Montgolfierov balon pušten u zrak u Versaillu 19. sept. god. 1783

bila je obješena galerija, na kojoj su mogli boraviti ljudi. Kada je tako bio balon za put priredjen, nasta neprilika, jer fran-

cuzka vlada nije htjela dozvoliti, da čovjek stavi svoj život na kocku radi takova pokusa. Istom kada marquis d'Arlande iz-



Sl. 78. Pilâtre de Rozier i marquis d' Arlandes u balonu.

javi, da pri tom neima pogibelji, i da će se on takodjer u balonu dignuti, dozvoli napokon Ljudevit XVI., da smiju marquis

d'Arlande i Pilâtre de Rozier poći sa Montgolfierovim zrakoplovom. (Sl. 78.) Oni se zbilja podignu u visinu i spuste se sretno za jedno pol sata na jednom mjestu, jednu i pol milje od-a ljenom od onoga, gdje su se podigli. d'Arlande zasjedne odmah konja i vrati se, da javi sretan uspjeh prve zračne plovitbe. Svjetina bijaše još sakupljena, te ga pozdravi velikom radošću i divljenjem.

Kako je ova prva plovitba sretno uspjela, to neprodje dugo, pa već priredište i drugu. Charles i Robert napraviše velik balon, te ga napuniše vodikom. Duhoviti Charles se je pobrinuo, da zrakoplov čim bolje uredi. Na balonu napravio je zaklopac ili ventil, koji je mogao po volji otvarati, da može, kada treba, izpušćati plin iz balona. Onda je preko cieloga balona razpeo mrežu, na koju je objesio ladjicu. Zatim je uzeo sobom sidro, da se može, kada dodje blizu zemlje, po volji usidriti. Još mnogo toga je izmislio Charles, samo da zrakoplov čim bolje usavrši, tako da bude čim manje opasno njime putovati. Svi ti njegovi izumi se još danas kod zrakoplova upotrebljuju. Charles i Robert ukrcaše se u taj balon, te se podigoše do visine od 600 metara; tada se spustiše na zemlju 9 sati daleko od Pariza. (Sl. 79.) Robert skoči prvi na zemlju, ali tim je postao zrakoplov mnogo laglji, te se on odmah digne sa Charlesom strielohitno u visinu od 3000 metara, ali za četvrt sata pade opet sretno na zemlju. Kada se je zrakoplov prvi put spustio k zemlji, bilo je upravo sunce zapalo, a kad se je on po drugi put digao, to ga je Charles vidio iz one visine opet nad obzorjem, tako da je ovaj dan vidio dva puta zapad sunca.

God. 1785. odvaži se Blanchard, da predje zrakoplovom morski kanal, koji dieli Francuzku od Englezke. I pošlo mu je to za rukom, premda je imao velike neprilike na putu. Već blizu francuzke obale stane mu se balon naglo spušćati, tako da je bio u pogibelji, da će pasti u more. S toga je morao Blanchard sve iz ladjice bacati, samo da balon olahkoti. Valja znati da svaki balon uzme sa sobom vreće pjeska, tako zvan

Sl. 79. Uzlaz u zrak Charlesa i Roberta u Tuillerijah god. 1783.

balast. Sav taj pjesak bio je već Blanchard izsipao, ali nije koristilo, balon je još uviek padao. S toga baci svu hranu, knjige, što je sobom ponio, dapače i odielo sa sebe. Tako se težkom mukom dočepa francuzke obale, te se izkrca kod grada Calaisa. Tu bje liepo počašćen, te imenovan počastnim gradjanom. Ćim je Pilâtre de Rozier dočuo o Blanchardovu uspjehu, odluči i on preploviti kanal u zrakoplovu. U zao čas se tomu dosjeti. Jedva se je bio dignuo, al se prodere platno od balona

Sl. 80. Pilâtre de Rozier.

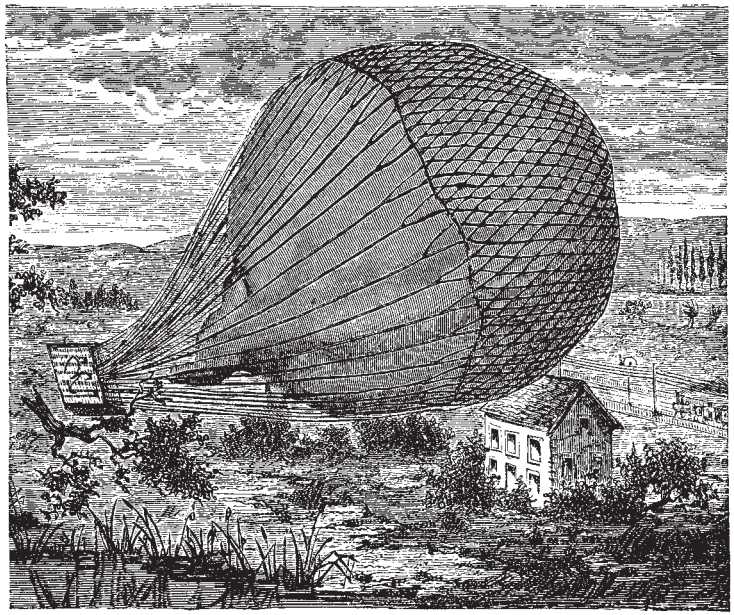
i on pade sa silne visine, te osta na mjestu mrtav zajedno sa svojim drugom Romainom. To bijahu prve žrtve zrakoplova. Pilâtre je bio tako oduševljen za plovitbu po zraku, da je tako rekuć samo za tu ideju živio, i evo umre za nju posve mlad. (Sl. 80.)

Prvi zrakoplovci posvetiše svoj život usavršivanju nove ideje, premda joj važnost nemogoše ocieniti, pa koliko bijahu pri tom odvažni i smioni, toliko su opet bili zanešeni tom

liepom zamišlju, da stvore za čovječanstvo nješto koristna. Njihovi nasljednići plovili su zrakom samo u tu svrhu, da pruže občinstvu riedak prizor. S toga neimaju njihovi podhvati nikakove važnosti. Cieli sviet pozna imena tih zrakoplovaca, to bijahu: Jakob i Eliza Garnerin, gospoja Blancharda, o kom smo malo prije govorili, zatim Charles Green i njegov sin Gjuro, koji su punili svoje balone razsvjetnim plinom, koji je takodjer laglji od zraka. Charles Green je izveo više nego 1600 plovitba po zraku, pratilo ga je 700 ljudi, naravno uvjek po jedan ili dva, a medju njimi bilo je 120 gospodja. Green je bio sretan, umro je prije desetak godina, 84 godina star u Londonu.

Od mnogih plovitba želili bi ovdje opisati jednu, i to plovitbu Nadara u balonu „Le Géant“ (Orijaš), jer se je o njoj u ono doba mnogo govorilo. Ladjica toga balona bila je na osobit način napravljena. Bijaše spletena od španjolske trske, te ju je izvana bilo viditi kao željeznički vagon. Imala je dva kata, te prozore i vrata. U njoj bijaše sve, što je čovjeku potrebito na višednevnom putu. Bili su tu kreveti, stolovi, razni fizikalni aparati, dosta hrane svake vrsti i t. d. Pol Pariza se sakupi 18. listopada 1863., da vidi kako će se uzdignuti taj silni zrakoplov. Ukrcalo se je devet osoba, a medju njimi bio Nadar, njegova mlada supruga i poznati zrakoplovac Godard. Pod večer se digoše, te odploviše prama sjeveroiztoku. U Parizu svatko je govorio samo o „Géantu“. Sve je samo željno izčekivalo novosti o njegovu putu. Treći dan dodje u Pariz viest, da je „Géant“ u Njemačkoj blizu Visle pao na zemlju, Nadar i mlada mu gospodja da su jako ranjeni, a svi drugi suputnici da su više manje ozledjeni. I ova viest bijaše istinita. „Le Géant“ je cielu noć jurio prema sjevero-iztoku, prešao je preko Belgije, te se je sve više približavao moru. Na to se vjetar okrene, te ga odnese prema Hanoveru u Njemačkoj. Putnici htjedoše se ovdje izkrcati, s toga otvore ventil, da plin može izlaziti. Žalibože, bio je ventil pokvaren, tako da nije moglo dosta plina izići. Ladjica je doduše udarila o zemlju,

ali u isti čas skoči balon opet u vis i povuče za sobom ladjicu. Sad je tek nastao užasan put. Balon je pravio orijaške skokove. Svaki čas bi ladjica udarila o zemlju, užeta bi popustila, a balon kao da je pomislio, da nevisi više na njem ladjica, bi onda, pošto je tim na njem manje tereta bilo, poletio u vis i odmah bi opet svom silom povukao za sobom ladjicu. I balon je pravio skok za skokom. Na putu je lomio

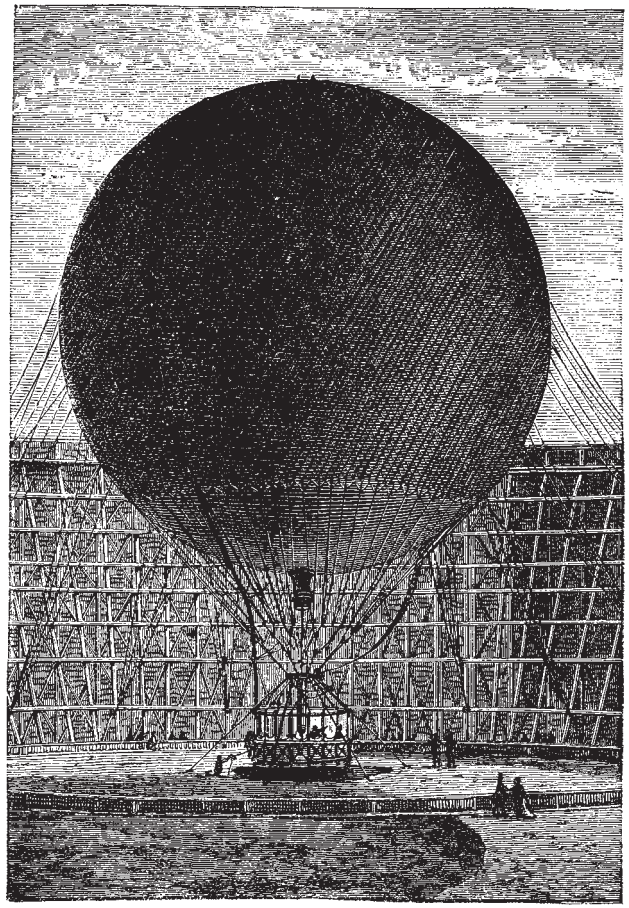


Sl. 81. Nesreća sa balonom „Le Geant" 18. oktobra god. 1863.

stabla i drveće (sl. 80.), ali se napokon zaustavi medj drvećem jedne šume. Nijedan suputnik nije ostao čitav, svaki je bio manje više ranjen, a najviše uboga Nadarova gospodja.

Ovakovih nesretnih zračnih plovitba bilo je više, a to ipak nije zastrašilo ljude od dalnjih poduzeća. Osobito u zadnje vrieme dosta često su se ljudi povjerili zrakoplovom. Pogibelj biva dakako sve manja, pošto su mnoge nesreće potakle ljude

na čim veću opreznost. Poznate su svakom zabavne vožnje, koje je priredjivao Godard prije dvie godine u Beču i drugih europejskih gradovih, i koje su sve svršile bez ikakove nesreće.

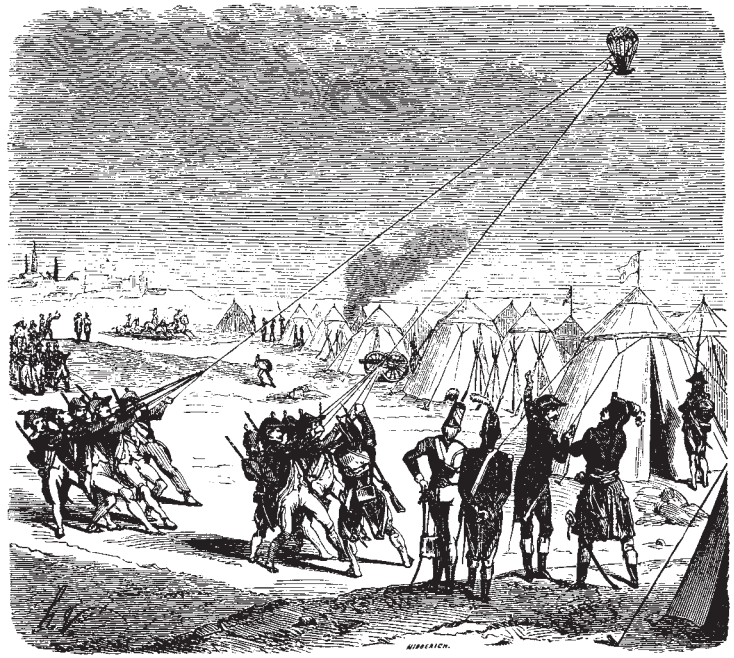


Sl. 82. „Ballon captiv" mjernika M. H. Giffarda.

Mnogo pozornosti probudio je spekulativni francuzki mjernik M. H. Giffard, napraviv „ballon captiv", t. j. balon, koji je bio užetom pričvršćen k zemlji. (Sl. 82.) Vriedno je potanje opi-

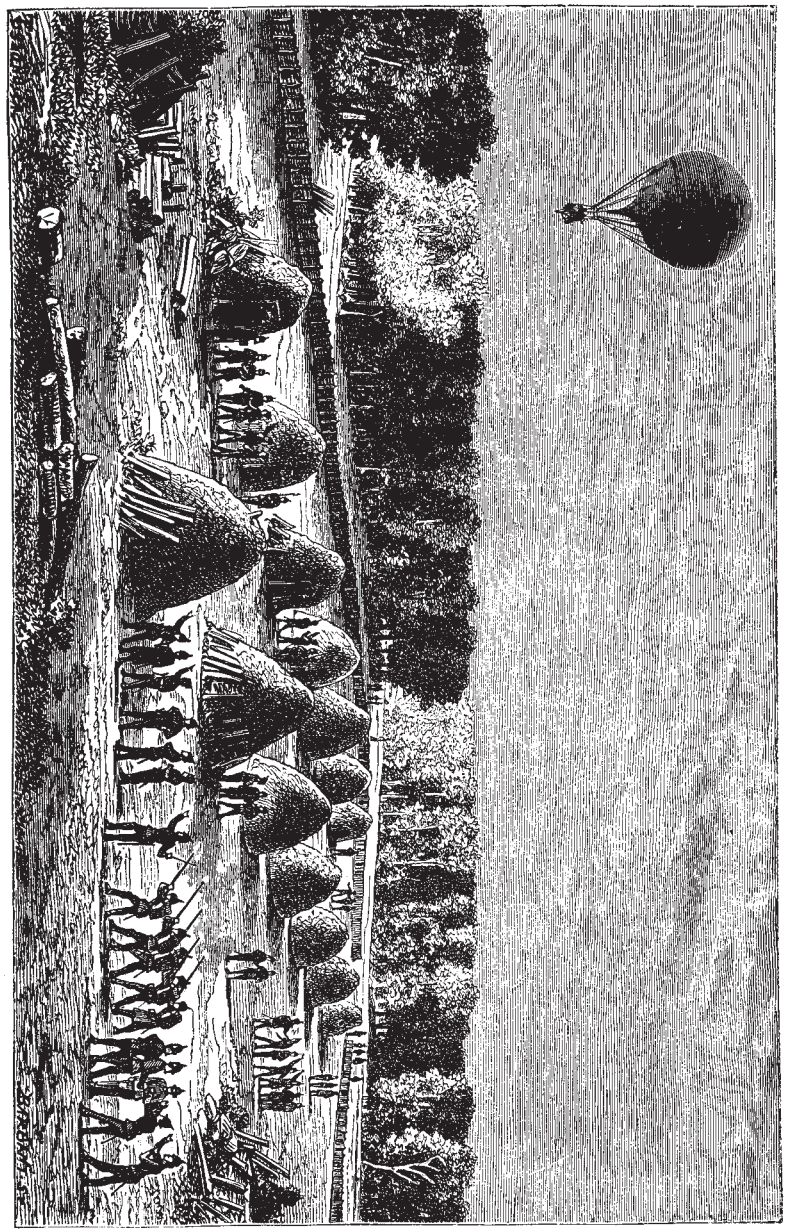
sati, kako je Giffard oprezno sastavio svoj balon, da predusretne svakoj nesreći. Konop, kojim je bio balon pričvršćen, morao je biti osobito jak, a i napravio ga je od najbolje konoplje. Prama balonu bio je konop 8½ centimetara debeo, a prama zemlji 6½ cm., on je bio dakle odozdol prama gornjemu kraju sve to deblji. Dug je bio 600 metara. Balon je bio preobučen sedmerostrukom tkaninom. Ladjica vagala je 1800 kilograma, te je bilo u njoj mjesta za 50 osoba. Balon nije bio napunjen razsvjetnim plinom, kako se to u zadnje doba čini kod svih balona, već vodikom, da tim bude laglji, te da se laglje i brže diže. Možemo si misliti, kolika je bila sila potrebita, da se taj balon može iz visine potegnuti k zemlji. Radila su pri tom dva parostroja, od kojih je svaki radio sa 150 konjskih sila. U tom balonu dizali su se ljudi u zrak za prve i druge parižke svietske izložbe, godine 1867. i 1878. Mnogi je onda imao priliku za 20 franaka podići se nad Pariz, te se sa visine od 600 metara nasladjivati vidikom cieloga toga velebnoga grada. Godine 1879. razderao je silan vihar tkaninu toga zrakoplova. Nesreće nije bilo kod toga nikakove, jer upravo onda nije bilo nikoga u ladjici. Poslije toga napravili su ovakov svezani zrakoplov u Londonu. Prigodom poslednje svietske izložbe u Beču god. 1873. napraviše takodjer takov „ballon captiv“, nu vjetar ga je odnio prije nego se je itko njime vozio. Magjarski seljaci nadjoše ga na polju, te ga sretno utukoše.

Kako već spomenusmo služili su zrakoplovi većinom samo zato, da udovolje znaličnosti občinstva ili da ga zabave, pružajuć mu priliku, provesti se zrakom. Ali uz to bilo je ljudi i zgoda, gdje su balone upotrebljivali i za ozbiljnije svrhe. Već za ratova u doba velike francuzke revolucije god. 1794. služio je zrakoplov francuzkoj vojsci, da izvidi neprijateljski položaj. Francuzi bi puštali balon u vis, a vojnici bi ga držali na užetu (sl. 83.). Sa visine zrakoplova promatrahu neprijateljsku vojsku. Poslije se toga okaniše, jer se je Napoleonu vidila ta misao od slabe važnosti. Najveću porabu i važnost dobi zrakoplov god. 1870. i 1871., kada je silna njemačka vojska obsjela Pariz, te prekinula svaku svezu izmedju Pariza i vanjskoga svieta. Kroz gvozdenu kariku, koja okružavaše Pariz, nije nitko mogao proći, s toga je valjalo preći preko nje. U Parizu se u tu svrhu ustroji družtvo za zračnu plovitbu. Svaka tri dana poslali su zrakoplov iz Pariza, a i sam Gambetta izišao je takovim zra-



Sl. 83. Zrakoplov u francuzkoj vojsci.

koplovom iz Pariza, da pozove cielu francuzku zemlju u pomoć glavnomu gradu. Izim ovih velikih zrakoplova puštahu i malene, koji su sobom nosili samo svežanj listova i vladin dekret, koji je javljao, da će onaj dobiti 100 franaka nagrade, tko nadje taj svežanj, te ga odnese bližnjem občinskom načelniku. Dakako da je mnogi od tih zrakoplova dopao i u ruke njemačke vojske. (Sl. 84.) Krupp je dapače izmislio novu vrst



Sl. 84 Zrakoplov iz Pariza prelazi pruski tabor.

topa, koji je moći dosta brzo ravnati, tako da se može njime pogoditi zrakom hrleći balon. Skoro svaki zrakoplov nosio je sobom njekoliko golubova, koji su imali natrag iz zemlje viesti u Pariz donašati. Lahko je bilo balon pustiti iz Pariza, ali je bilo težko balonom natrag pogoditi u Pariz, pa zato su trebali golubove. Kušali su prodrieti iz Toursa i Rouena, al pokus taj neuspje. Mi se tomu nećemo čuditi, ako promislimo, da se zrakoplovom neda upravljati, da ide kuda hoćemo, nego on ide, kamo ga vjetar nosi. Zato su bili golubovi od velike vriednosti. Oni bi iz Pariza otišli zrakoplovom, a u Pariz bi sa viestmi i listovi sami doletili. No na golubove se nije moglo privezati mnogo obično pisanih listova, a ipak se je želilo mnogo toga javiti i saznati. Radi toga praviše neizmjerno sitne fotografije od listova, koje je čovjek mogao tke povećalim staklom pročitati.

Za obsade Pariza izišlo je iz grada do 70 zrakoplova s ljudmi. Mnogi od ovih izvršili su svoju zadaću, drugi su pako pali Njemcem u ruke. Za dva nezna se kamo su dospjeli, valjda su pali u more. Osobito čudnovat je put, koji je učinio zrakoplov „Ville d'Orleans". On je otišao iz Pariza 23. novembra 1870. baš prije ponoći. Bio je u njem zrakoplovac Rollier i častnik Dechamps. Zrakoplov je ponajprije išao preko departementa Seine i Oise. U $2^1/_2$ sata u jutro bio je u okolici grada Valery-sur-Somme. Ovdje pokri nebo tolika magla, da zrakoplovci već ni nisu mogli viditi kamo plove. Čuli su samo tutnjavu, koja bivaše čas slabija, čas jača. Oni su mislili, da je to štropot prolazećih vlakova. Kako se prestrašiše, kada se obzorje razvedri i oni opaze pod sobom neizmjernu pučinu morsku. Morsko talasanje bilo je prouzročilo onu tutnjavu. Njihovo stanje bilo je jako žalostno. Nisu imali ni hrane, ni dovoljno odiela, a pomoći se od nikud nisu mogli nadati. Balon se je bio već spustio na 1000 metara. Pod njima su prolazili doduše brodovi, ali ovi većinom nisu ni spazili njihovih znakova, ako su ih i vidili, što koristi, kada zrakoplov hrli tolikom brzinom, da ga nije moguće dostići. Sa jednoga broda,

*

valjda njemačkoga, pucali su dapače na jadne putnike. Napokon u tri četvrta na dvanaest opazi njeka francuzka korveta znakove, te im se odazove. Rollier odmah otvori ventil i balon stade padati. Kada su došli do morske površine, bio ih je vjetar već tako daleko odnio, da ih korveta nije više stići mogla. Sada je istom bilo zrakoplovcem užasno pri duši. Bace iz zrakoplova zadnje dvie vrieće balasta i jedan svježanj listova, samo da se opet podignu. Sdvojenje obuze njihova srdca, već htjedoše zapaliti zrakoplov, da jednim mahom učine kraj svomu stradanju, ali na sreću nemogoše u vlažnom zraku zapaliti vatre. Zrakoplov padaše i evo u zadnjem času opaze oni vršak jele, gdje viri iz snježnog predjela. Na skoro padē balon na zemlju i oni bijahu spašeni od smrti u moru. Ali kako im bijaše pri duši u pustoj, ledom i sniegom pokritoj gori. Oni zovu, gledaju na sve strane, nigdje ni traga ni glasa kakovom ljudskom stvoru. U to opazi Rollier tragove, kao da su saone onuda prošle. Oni podju timi tragovi i dodjoše poslije njekoliko sati u njekakovu praznu, na pol razpalu kućaricu. Ovdje prenoćiše. Gladni i žedni odoše u jutro dalje, te dodjoše u njeku kolibu, koja je doduše takodjer bila prazna, ali bilo je u njoj nješto živeža i drva, tako da se nahraniše i ugrijaše. Skoro dodjoše stanari kolibe, te se čudom začudiše opaziv strance u svojoj kući. Ovi im htjedoše raztumačiti taj posjet, ali ih nitko nerazumije. Napokon se dosjeti Rollier, te nariše zrakoplov i izgovaraše ime Pariz. Seljaci ih razumiše, te ih pogostiše uz najtoplije saučešće. Putnikom podje za rukom razumjeti, da su u Norvežkoj pod 62. stupnjem sjeverne širine u mjestu Liffjeldu, 60 zemljopisnih milja od Kristianije daleko. Oni odoše u Kristianiju. Viest o njihovom spasu bila se je već razširila cielom zemljom, tako da ih je svagdje puk radostno pozdravljao. Njihov zrakoplov sa svim onim što je unutri bilo, a medju tim golubove i svežnje listova, nadjoše kasnije. Greenov put iz Londona u Nasavu i ovaj iz Pariza u Norvežku bili su najdulji putevi, što ih je čovjek u zrakoplovu napravio.

Ali zrakoplov znali su ljudi odmah u početku rabiti i u znanstvene svrhe. Godine 1804. poduzeše takovu znanstvenu expediciju Biot i Gay-Lussac, članovi francuzke akademije. I njihov put urodio je dobrim plodom, jer su odkrili stvari, koje su razpršile neke krive nazore. Skoro za tim podigne se sam Gay-Lussac zrakoplovom u visinu od 7016 metara nad morem. U ovoj silnoj visini stajao je stup žive u barometru samo 32 centimetra visoko, dočim je na zemlji pokazivao 76 centimetara. Toplomjer, koji je na zemlji pokazivao $+27^{0}$, pao je ovdje 9^{0} pod ništicu. Zrak je bio gori jako suh, Gay-Lussac donio ga je u dobro zatvorenih bocah dole na zemlju, te se je našlo, da su njegove sastavine upravo onakove, kao što su i sastavine zraka, što ga dišemo na površini zemlje.

U Englezkoj dopre g. 1862. i 1863. Glaisher zrakoplovom do visine od 11000 metara. U toj silnoj visini je naravno zrak jako riedak, Glaisher i njegov pratioc Coxwell onesvjestiše se usljed toga, te samo svojimi spravami upoznaše, da su bili tako visoki. Uzprkos tomu dao je njihov put znamenite podatke o padanju temperature u velikih visinah. On je potvrdio, da ima gore velika struja toploga zraka, koja se giblje od jugozapada prema sjeveroiztoku. Ta struja bi odgovarala zatonskoj struji (Golf stream) u atlantskom oceanu. U obće činilo se je Glaisheru, da su u visini zračne struje i pravilnije i brže od onih na zemlji. Nebo je bilo kod te plovitbe jako oblačno. Glaisher je vidio u najvećih visinah, do kojih je dopro, jošte visoko nad sobom oblake. Čim se čovjek višje popinje, tim je redji zrak, tim brže mora dakle dihati i tim mu brže udara bilo. Glaisher pripovjeda kako je taj riedki zrak na njega uplivao, on veli: kod 5000 metara pomodriše mi usnice, u većoj visini postaše mi crne, srdce mi kucaše toli jako, da sam ga mogao čuti, dah bivaše mi sve slabiji, a u visini od 9000 met. ostavi me sviest.

U najnovije doba uzbudi u cielom naobraženom svietu veliku sućut tragični konac zračne plovitbe, koju udesiše u znanstvenu svrhu Gaston Tissandier, Crocé-Spinelli i Sivel. Od ove trojice vrati se samo prvi živ na zemlju. Zrako-

plov „Zénith“ (sl. 85.), kojim su se na put dali, bio je obskrbljen svimi potrebitimi fizikalnimi spravami. Zrakoplovci uzeše takodjer u mjehovih čistoga kisika sa sobom, da imadu što za disanje, kada dodju u onu silnu visinu, gdje je zrak tako riedak, da u njem neima dosta toga plina, koji je za disanje toli nuždan. Dana 12. travnja g. 1875. u 12 satih 25 minuta uzdigne se „Zénith“ iz Pariza. U jedan sat bio je već 5000 metara visoko nad zemljom. Zračna temperatura bila je 5 stupanja izpod ništice. Crocé-Spinelli pravio je znanstvena opažanja, dočim je Sivel upravljao plovitbom. U četvrt na dva bili su u visini od 7000 metara; zračna temperatura stajala je na 10 stupnjeva pod ništicom. Gaston Tissandier, jedini, koji se je s toga puta vratio, pisao si je u to vrieme u balonu bilježke. U jednom pismu na predsjednika parižke akademije javlja on te svoje bilježke.

Evo što tu piše: „Sivel i Crocé su jako bliedi, ja se ćutim jako slab. Ja dišem kisik, a to me ponešto oživljuje. Mi se neprestano dižemo. Sivel mi kaže: Mi imamo još mnogo balasta — bi li što bacio? Ja mu odgovorim, radite kako hoćete. On upita to isto Crocé-Spinellia, ovaj mu glavom mahne, neka slobodno baci. Sivel otvori tri vreće pieska, koje su visile uz balon. Piesak se prospe na zemlju, a mi se dizasmo silnom brzinom. Sada se ućutim tako slabim, da nemogoh ni glavom krenuti, da vidim svoje suputnike. Rado bih dignuo ciev, da dišem kisika, ali nemogu rukom maknuti. Moje oči pilje u barometar i vidim da živa pada sa 290 milimetra na 280. Ja hoću, da zavičem: mi smo 8000 metara visoko, ali nemogu, jezik mi je sasvim odrvenio. Oči mi se zatvore i ja se onesviestim. U 1 sat 38 minuta i u 2 sata 8 minuta probudim se za čas. Balon pada velikom brzinom, ja otvorim vreću pieska, da umanjim brzinu pada i zabilježim: mi padamo, temperatura 8° izpod ništice, barometar 315, Sivel i Crocé leže bez sviesti na podu ladjice. Čim sam to napisao, opet se onesviestim. Netko me probudi, tresuć me za rame. Bijaše to Crocé. Bacite balasta, zaviče, mi padamo. Ja toga nisam mogao učiniti, ali sam još vidio, kako Crocé baca balast. Opet se onesviestim. Što se je

Sl. 85. Nesreća „Zenitha“, 15. aprila 1875.

dalje dogodilo, neznam, nego mislim da se je onako olahkoćeni balon još jedanput podigao u silnu visinu. U 3 sata 15

minuta otvorim oči. Balon je padao užasnom brzinom, ladjica se jako nihaše. Bacim se na koljena i potresem Sivela i Crocéa za ramena, te vičem: Sivel, Crocé, probudite se. Moja dva sudruga leže zgureni; svaki je glavu zamotao u kabanicu. Ja im podignem glavu i pogledam lice. Užasno. Sivelovo lice je pocrnilo, oči su zatvorene, usta otvorena te puna krvi, isto tako bilo kod Crocé-Spinellia. Ja protrnem od groze. Balon juri silnom brzinom prema zemlji, izpraznim zadnje dvie vreće balasta. Balon dalje pada. Pustim sidro. Ladjica udari silno o zemlju, sidro nezapne na zemlji, a vjetar ponese balon dalje. Otvorim ventil. Tako dospijem u 4 sata na zemlju.“ — Oba ova nesretnika pokopaše 20. aprila 1875. na groblju Père la Chaise u Parizu.

Neće biti sigurno nikoga, tko nebi znao kakva je to sila, koja zrakoplov u zrak diže, pa ipak neće biti suvišno, ako o tom koju prosborimo.

Svatko znade, da će komad drva, kad ga u vodu porinemo, opet iz vode izroniti, pa će onda na vodi plivati. Ali ima drva, koje će nam u vodi potonuti kao komad kamena. Zašto jedno drvo na vodi pliva, a drugo na dno pada? Mi ćemo reći, jedno je drvo laglje, a drugo je težje, a bolje bi bilo, kad bi rekli, da je jedno drvo riedje, a drugo je gušće. I voda imade svoju težinu, ili bolje, svoju gustoću. Što ćemo si pri tom pomisliti, ako velimo na primjer, da je jedno drvo isto tako gusto kao i voda? Mi ćemo si misliti, da je jedna litra vode upravo tako težka, kao što je komad drveta, koji je upravo kao litra izrezan. Ako takvo drvo uronimo u mirnu vodu, onda će ono ondje ostati, gdje smo ga u vodi stavili, ono se neće niti dizati, niti na dno padati. Riedje drvo će odmah gore izplivati, a gušće će odmah na dno pasti. U obće u svakoj kapljevini tone tielo, koje je od nje gušće, a diže se na njezinu površinu tielo, koje je riedje od nje. Ovo isto valja za uzdušnine. Na ovom naravskom zakonu, koji si tumačimo privlačivošću zemlje, osnivaju se, kako ćemo naskoro upoznati, takodjer zrakoplovi. Poznato je, da mi možemo učiniti, da tielo

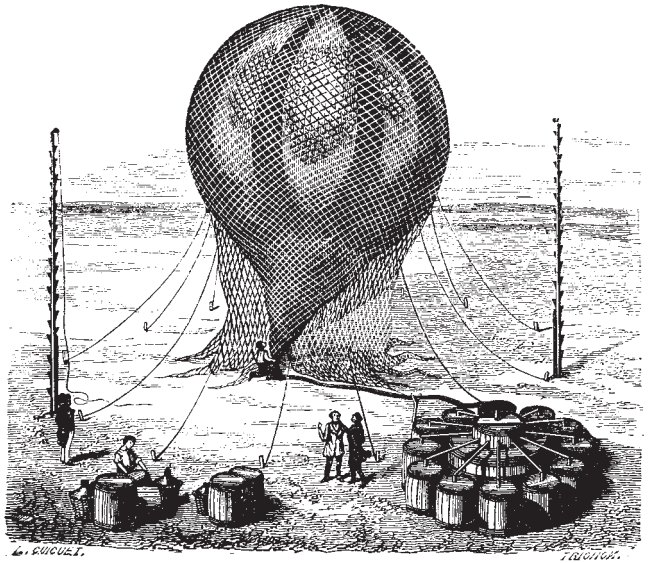
gušće od vode ipak na njoj pliva. Tako n. pr. mi znamo dobro, da je željezo gušće od vode; ono je sedam i pol puta gušće od vode, pa zato će željezo u vodi odmah na dno pasti. Pa ipak svi znamo, da može i željezo na vodi plivati, ta vidimo svaki dan, kako ogromni željezni brodovi po vodi plove. Napravimo od veoma tankoga željeza veliku kruglju, pa nam ona neće u vodi potonuti. Kada bi izmjerili kruglju, pa izmjerili upravo i tako veliku množinu vode, to bi vidili, da je željezna kruglja laglja od vode, pa zato će ona na vodi plivati. Kruglja zauzimlje neki prostor, mi taj prostor zovemo objamom kruglje. Ako je sada isto tako velik objam vode laglji od kruglje, onda će kruglja na vodi plivati. I tako će svako tielo na vodi plivati, samo ako je ono laglje od jednakoga objama vode.

I zrak jest tielo. I on ima svoju težinu, svoju gustoću. Svaki predmet će iz zraka na zemlju padati, ako je on samo gušći od zraka. Riedje stvari će se u zraku same u vis dizati. Riedke pare i plinovi dižu se u zraku u vis, a gušće pare padaju na zemlju. Ako se pri zemlji zrak ugrije, to se on razširi i postane laglji i riedji, pa se odmah u vis diže. No zrak nije sve do svoje granice nad zemljom svuda jednako gust. Čim je visina veća, tim je zrak riedji. Radi toga će se lahki predmeti u zraku samo dotle dići, dok nedodju u visinu, gdje je zrak upravo tako gust kao što su sami gusti. Oblaci su sad težji sad laglji, zato se jedni nizko, a drugi visoko dižu. Kao što željezo može na vodi plivati, tako se mogu i težki predmeti u zraku dizati, ali ih samo moramo tako prirediti, da imadu velik objam. Ako takvo razšireno tielo napunimo lahkom parom ili lahkim plinom, to ono može biti laglje od istoga objama zraka, pa će se ono u zrak dizati. Dižuć se u zrak, doći će takvo tielo u sve to riedje slojeve zraka, dok nedodje u takav sloj, gdje je zrak upravo tako težak kao tielo. U toj visini neće se tielo više niti dizati, niti padati nego će lebditi.

Na tih svojstvih osniva se i dizanje zrakoplova. Montgolfier je svoj balon napunio ugrijanim zrakom. Ugrijan zrak se

razširi i razriedi, pa postane laglji. Cieli balon sa ugrijanim zrakom bio je laglji od istoga objama vanjskoga hladnoga zraka, pa se je zato u vis dizao. Ali mi imamo od ugrijanog zraka još lagljih stvari, kao što je n. pr. vodik. Vodik je sedam puta laglji od ugrijana zraka ili od razsvjetnog plina, pa zato će balon biti laglji, ako ga napunimo vodikom, pa će se i mnogo više dizati.

Vodik potrebit za punjenje balona pripravlja se evo ovako: U dobro zatvorene bačve stavimo više komada tutije ili že-



Sl. 86. Punjenje balona sa vodikom.

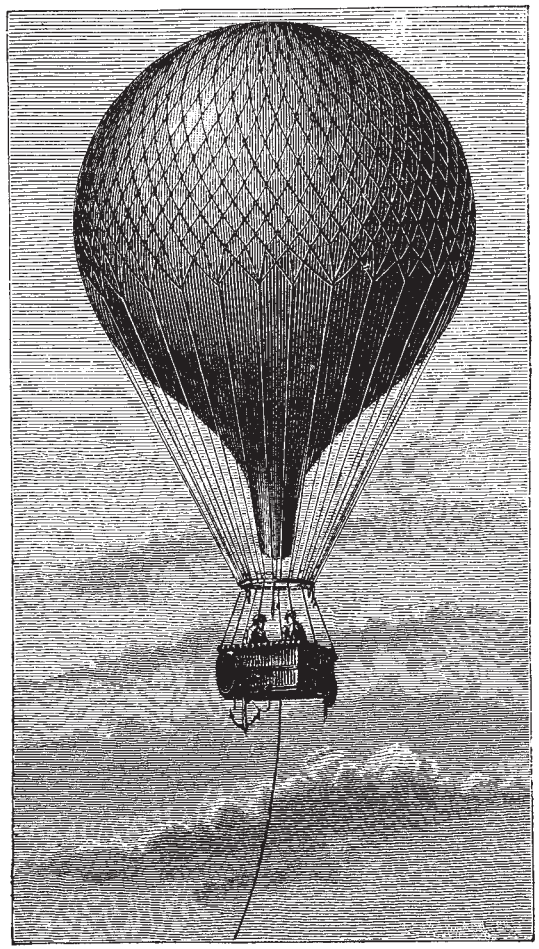
ljeza i nalijemo na to vode i sumporne kiseline. Odmah na to početi će se dizati mjehurići plina. Taj plin jest vodik. Vodik ovaj valja sada skupiti. Iz svake ove bačve vodi ciev u drugu jednu veliku posudu, koja je puna vode. Vodik kroz ciev dodje u vodu, u vodi se pročisti od svake nečistoće i izlazi onda čist kroz drugu jednu ciev odmah u balon. (Sl. 86.) Kada se ovako puni balon sa vodikom, onda moramo paziti, da ga nenapunimo ciela; moramo bar jednu četvrtinu balona

ostaviti praznu. A ima to svojih dobrih razloga. Kada dodje balon gore u riedji zrak, onda vanjski zrak slabije pritišće balon, pa se vodik stane u balonu širiti, pa bi mogao balon razderati, kada nebi imao dosta prostora za širenje.

Samo se po sebi razumije, da je bolje, ako je balon napunjen vodikom nego ugrijanim zrakom. Kako je vodik puno laglji, to nemora balon biti tako velik. Ugrijani zrak u balonu se brzo ohladi, a da se to nedogodi, mora se neprestano pod njim vatra ložiti, a s tim su skopčane mnoge neprilike a i opasnost, da se balon upali. Toga svega neima, ako je balon napunjen vodikom. Ako nam je vodik preskup, to je još uviek bolje napuniti ga razsvjetnim plinom nego toplim zrakom.

Da se može čovjek zrakoplovom uzdići, potrebno je da on ima ladjicu ili koš, pa da bude ova ladjica obješena jakom mrežom na balon. (Sl. 87.) Gore na balonu mora biti otvor, koji se otvara čepom ili ventilom. Iz ladjice ide do ventila jedno uže; tim užetom može čovjek iz ladjice čep po volji otvoriti ili zatvoriti. Otvorimo li čep, to će iz balona izmaći plin, a mjesto njega unići će zrak, pa će tim postati zrakoplov umah težji, te će se zato polagano spuščati k zemlji. Pada li balon već prema kakovom ponoru, kakovoj šumi ili vodi, gdje bi balon a i ljudi mogli nastradati, to zrakoplovac mora nastojati, da se zrakoplov opet digne. Za taj slučaj si je sobom ponio njekoliko vreća pieska, takozvani balast; ovaj piesak će on sada izbaciti. Tim postane zrakoplov znatno laglji, te se stane opet dizati. Vješto upravljanje ventilom i balastom glavna je zadaća zrakoplovca, s toga se neće nitko povjeriti zrakoplovu, ako ga nevodi pouzdana, izkusna osoba. Najveća pogibelj prieti zrakoplovu, kad se uzdiže i kada se opet spušta k zemlji, osobito je to opasno, kada vjetar puše, jerbo on tjera balon pred sobom, tako da udara o tlo, da zapne o stablo itd. Jeli zrakoplov već u visini, to mu ni najveći vihar neškodi, jerbo se on giblje zajedno sa zrakom. Putnici ni nećute vjetra, njim se čini kao da su u mirnom zraku, jedino ako vide pred-

mete na zemlji, to mogu razabrati, da silnom brzinom napred jure. Uza sve to može i u visini nastati velika pogibelj za



Sl. 87. Zrakoplov sasvim pun plina.

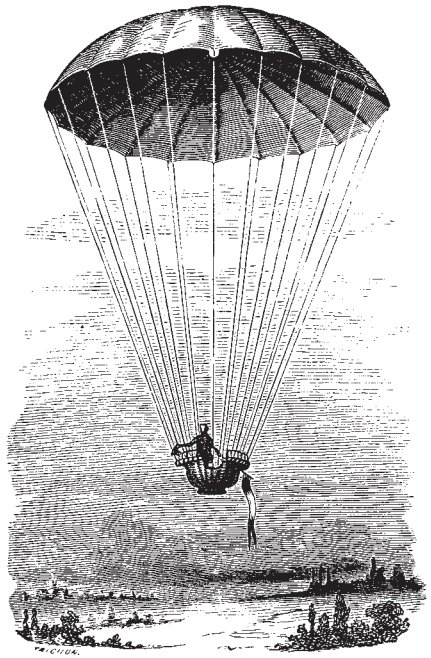
zrakoplov. Sine li naglo na njega sunce, to će se plin u njem ugrijati, te time razširiti, neotvori li zrakoplovac za dobe ventil, eto pogibelji, da plin, koji se stane naglo širiti, razdere balon.

Kako je opasno, kada se plin odveć naglo ugrije, isto tako je pogibeljno, ako se on naglo ohladi. To se može dogoditi, ako balon dospije u kakvu mrzlu zračnu struju ili u oblak, plin se time ohladi, postane gušći, dakle i težji, te balon počme padati, sada treba brzo bacati balasta, da pad nebude odveć brz, te po tom smrtonosan. Slično djeluje i kiša padajuća na balon, i ona ga učini težjim, te time prouzroči padanje balona.

Kako vidimo, velike su pogibelji skopčane s zračnom plovitbom i samo izkusan zrakoplovac će im znati po mogućnosti odoliti. Pitajmo se, je li barem moguće, voditi balon po volji, tako da dospijemo zbilja na ono mjesto, na koje želimo doći. Iz podanih opisa o zračnoj plovitbi vidimo, da nije, i to je uzrok, što zračna plovitba nije postigla nikakove važnosti. Mislilo se je, da će se moći pomoćju jedara i vesala upravljati zrakoplovom, ali što koriste sva vesla proti jakosti struje u zraku. Neki pomisliše, da bi zrakoplovom trebalo po zraku tražiti povoljnu struju, trebalo bi naime ići uviek višè, dok bi zrakoplov dospio u struju, koja teče onim pravcem, kojim mi ploviti želimo. Neda se tajiti, da zbilja ima u zraku više struja u raznom pravcu. Zrakoplovac Reichardt, koji se je u Varšavi dignuo u zrak, pripovieda, da su ga razne zračne struje u raznih visinah tri puta oko grada ponesle. Ali ovo možemo smatrati iznimkom. Obično su u zraku dvie struje, jedna na zemlji, koju ćutimo kao vjetar i druga u visini, koja je protivnoga smjera prama ovoj prvoj. Izmed ova dva smjera možemo birati, ali to slabo koristi, kada želimo ploviti u trećem kojem smjeru.

Govoreć o zrakoplovu moramo spomenuti spravu, koja se je rabila u savezu s njime. To je padobran. Hoće li zrakoplovac s kojegagod razloga ostaviti balon, to će sjesti u ladjicu padobrana, koji si je sobom ponio; prerezati uže, koje ga veže na zrakoplov i spustiti se na zemlju bez ikakove pogibelji. Padobran ima oblik orijaškog suncobrana (sl. 88.), mjesto štapa visi pod njim ladjica. Pošto padobran ima veliku površinu, to mu prieči zrak, da nemože brzo padati. Na vrhu ima pa-

dobran otvor, da zrak koji pred sobom stisne, može umaći; ako toga nije, to padobran nepada mirno, već se silno niše. Moramo spomenuti, da padobran nije još nikada služio da spasi koju osobu, već su se zrakoplovci od zanata njime puštali iz silne visine, da zadive gledaoce. Jakov Garnerin, francuzki zrakoplovac, usmjelio se je prvi pustiti se iz visine pomoćju te sprave. God. 1797. spusti se on iz zrakoplova sa visine od 1000 metara, te dospije sretno na zemlju. Poslije to učini dapače njegova nećakinja Eliza Garnerin i gospodja Blanchard. Očevidci pripoviedaše, da ih je uviek protrnulo, kada je Eliza iz početka zatvorenim padobranom kao striela munula iz oblaka, ali se padobran uviek za dobe sam otvori, tako da je sretno prispjela na zemlju.



Sl. 88. Padobran.

Padobran je izumio Sebastian Lenormand, profesor fizike u Montpellieru. Pokazao ga je prvi put obćinstvu skočiv pomoćju te sprave sa kule observatorija u Montpellieru. Bilo je to 26. novembra god. 1783.. dakle po prilici za jedan mjesec kasnije od onoga dana, kada se prvi put podigoše ljudi zrakoplovom u visinu.

Razsvjeta.

Povjestnički pregled. — Plamen. — Svieće: lojnica i stearinska. — Razsvjeta uljem, petrolejom. — Razsvjetni plin. — Munjevna razsvjeta.

Naša zemlja je već na pol mrtva gruda, koja se neprestano vrti i leti po svemiru, a ipak se je na toj mrtvoj zemlji nastanio tako liep, tako raznoličan život. Pa što mislite, gdje leži izvor svemu tomu životu? Sunce je to, njegova svjetlost i toplina su, što pokreću cielim životom čovjeka i životinje i biljke. Bez sunčana svjetla, bez sunčane topline opustila bi naša zemlja, izumro bi cieli život na njoj. Svjetlo i život tako su uzko spojeni, da si jedno bez drugoga pomisliti nemožemo. Kada sunce zapadne, dade se malne cieli život na počinak, da se sutradan okriepljen lati novoga rada. I to je naravan tok prirodnoga života. Čini to bilje, čini to skoro cielo životinjstvo, ali je jedini čovjek, koji se opire tom prirodnom zakonu. Prekratak mu je dan za život, on ga na silu sve dalje i dalje razmiče. Al nečini to čovjek zato, što mu to narav zahtjeva, već ga nužda na to sili i tjera. Borba je to za obstanak. Čovječanstvo se množi i širi, svaki dan biva čovjeku težje živiti. Silni zahtjevi vremena hoće da ga zaguše, toliko se gomilaju, a on se sili i otimlje, da im odoljeti može, da si što više privredi, da si što bolje osigura obstanak. Gola je to nužda, što čovjeka sili, da dan porine dublje u noć, da zaradi ono, čemu nije kroz dan dospio. Ali mu zato treba svjetla, pa je čovjek sve više smišljao, kako će si što bolje svjetlo stvoriti, čim ga je nužda više tjerala na rad. Nije si čovjek zato svjetlo stvorio, da si razsvietli plesne dvorane i kazališta,

to je samo tako uzgredice došlo, nego si je on razsvjetlio svoje radionice, svoje stanove, da u njih toliko zaradi, da se od bjede očuva. Sirotinja i nevolja je to, što nas sili, da si noć u dan pretvaramo.

Pa koli ogroman napredak je čovjek u tom učinio?! Jeste li vidili pred desetak godina seosku kućicu, kako je po noći bila razsvietljena kukavnim svjetlom? Soba bila je puna dima, stiene od čadje pocrnile, a kod peći stajala suha luč, pa više tinjala nego gorila, a bilo im to za pjesmu i čijanje perja dosta. Ali navalio i posao, pa se uvuklo u kućarice ulje, došle svieće, a evo danas se svuda već petrolej nastanio. Al u gradovih, u tvornicah, kako je prekratak dan! Da mnogi znade, koliko se posla po noći obavlja, groza bi ga popala. Nebrojene hiljade ljudi težko si služe po noći svoj kruh. Kada bi sve te poslove opisali, morali bi napisati cielu knjige čovječjih nevolja i jada. Pa i petrolej je od slabe koristi. Radnik taj treba više svjetla. Uvedoše plin, a tek je godina prošla, kako je čovjeku i uz plin težak, nesnosan zrak, pa ćete već sada naći radionica, gdje je plin izčeznuo. U njih svietli svjetlo tako čisto, tako jasno kao i sunce, svietli svjetlo električno. Koliko je to ogromna razlika izmedju električna svjetla i seoske luči. Silan je to napredak, upravo tako velik kao i nevolja čovječja. Pa najveći dio toga napredka učinio je čovjek upravo u najnovije doba. Skoro da to čovjek nebi vjerovao, kad ga nebi u tom utvrdjivala čovječja poviest.

Prva svjetiljka, što je čovjeku po noći svietila, bila je luč, koju si je čovjek od drveta načinio. Gdje nije bilo jelovog, borovog i sličnog drvlja, koje je puno smole, tu se je čovjek zadovoljio i drugim drvetom. Ima naroda, koji još danas nepoznadu drugog svjetla, a svatko zna, da ima još i kod nas, skoro bih rekao, sretnih ljudi, koji netrebaju redovito druge svieće nego što je luč. U najstarije doba su prvi kulturni narodi, Indijci, Egipćani i Židovi stali uljem razsvjetljivati svoje stanove. Sveto pismo nam toliko puta spominje te uljene svietiljke, a tko nezna one priče o djevicah, koje su, čekajuć zaručnike, pustile, da im se ugase uljene svietiljke.

Stari Grci i Rimljani nisu znali bolje razsvjete. Imali su malene i ponješto duboke posudice, napunjene uljem, a iz njih bi virio gorući stienj. I prošle su stotine i stotine godina, a pred čovjekom se uviek dimila i smrdila kukavna uljena svjetiljka. Tek u dvanaestom vieku upalila se prva svieća lojanica u Englezkoj. Bio to već velik napredak, pa ipak je trebalo punih tri sto godina, dok se je lojanica po cieloj Europi razširila. Sve do šestnaestog stoljeća nije bilo na svietu ni najvećeg ni najbogatijeg grada, koji bi imao razsvjetljene ulice. Tek koncem šestnaestoga stoljeća počeše razsvjetljivati kukavnimi lampami ulice velikih gradova.

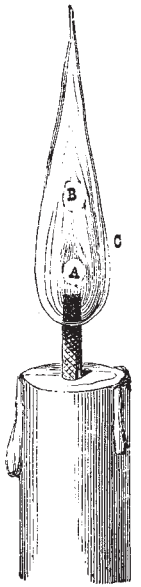
God. 1780., dakle pred sto godina, pojavi se prva čestita lampa, dakako još uviek sa uljem. Uredio ju je ženevski fizik Argand, napravio joj staklene cilindre i okrugao stienj. Bio je to velik korak u napredak; sad je prvi put čovjek dobio čist plamen, koji mu se nije dimio. God. 1830. pojavi se plinska razsvjeta, a god. 1832. uvedoše stearinske svieće. Jedno trideset godina iza toga odkriše u Americi silne izvore petroleja, i to učini veliki prevrat u razsvjetljivanju. Danas se je petrolej po cielom svietu razširio, pa se on uz plin najviše za razsvjetu upotrebljuje. No najveći napredak u razsvjeti učini čovjek upravo zadnjih par godina. God. 1876. počelo se uvadjati električno svjetlo; a zadnje dvie godine učinio se je u tom toliki napredak, da čovjek smije električnom svjetlu najljepšu budućnost proricati.

To je u kratkih crtah napredak, što ga je čovjek u razsvjeti učinio, a prije nego što podjemo razmatrati pojedine ove vrsti razsvjete, obazrieti ćemo se ponajprije na plamen, jer je u njem izvor svjetlosti kod svake razsvjete.

U članku o galvanskoj struji spomenuli smo već, da je većina tjelesa na zemlji sastavljena od raznih tvari. Mi sva ta tjelesa možemo razstaviti u pojedine sastavine. Tako možemo razstaviti vodu u vodik i kisik, modru galicu u bakar, sumpor

i kisik, ali sastavine ove nismo u stanju više dalje razstavljati. Pa takva tjelesa, koja se nedadu dalje razstvarati, zovemo mi počeli ili elementi. Tako su n. pr. vodik, ugljik, sumpor, željezo, bakar, zlato itd. počela. Sve stvari, koje nam za razsvjetu služe (n. pr. loj, stearin, petrolej, razsvjetni plin), sastavljene su glavno od dva počela, i to od ugljika i vodika; samo u njekih ima još i kisika. Počelo, koje kemici nazivaju ugljikom, svakomu je poznato, jer se ono u naravi u velikoj množini nalazi. Najveći dio ugljena sastoji od ugljika; ugljična kiselina u vodi kiselici sastoji od ugljika i kisika; dijamant je čist ugljik; meso, jaja, mlieko, mast, krv, sve je to puno ugljika. Za vodik i kisik čuli smo već prije, da su to plinovi bez boje i ukusa. Ugljik i vodik imaju to svojstvo, da se jako rado spajaju sa kisikom. Kada to spajanje brzo biva, onda se pri njem pojavi plamen, pa mi kažemo, da ugljik i vodik gore. Kisik, koji je nuždan za gorenje, nalazi se u zraku. Čim više kisika dolazi u plamen, tim brže stvari gore, tim se razvija veća vrućina, ali slabije svjetlo. Plamen od vinovice (spirit) nemože nam služiti za razsvjetu, jer se ugljik i vodik tako brzo spajaju sa kisikom, da plamen nesvieti, ali je on zato jako vruć, tako da s njim možemo kuhati i grijati. Plamen će samo onda svietliti, ako se u njem ugljik brzo nespaja sa vodikom. Sitne čestice od ugljika lete onda u plamenu kao užarena zrnca, pa daju plamenu svjetlost. Kako to biva, čuti ćemo odmah. Pogledajmo si pobliže plamen od svieće (sl. 89.). Plamen taj sastoji od tri diela, koja možemo sasvim lahko jedan od drugoga razlikovati. Nutarnji dio *A* sasvim je taman i slabo topao. Ovdje se nalaze pare, koje još nisu dosta ugrijane, da bi se zapaliti mogle. Vanjski dio *C* jest najtopliji i to zato, što je sasvim obkoljen zrakom, te ugljik i vodik dobivaju iz zraka dosta kisika, da mogu sasvim izgoriti. Ali ovaj dio plamena nesvieti skoro ništa, te moramo dobro gledati, da ga opazimo. Kazali smo, da je ovdje ugljik posvema izgorio, t. j. on se je spojio s kisikom, a tim je nastala tako zvana ugljična kiselina. Ugljičnu kiselinu svaki dobro pozna; pri disanju izlazi ona iz

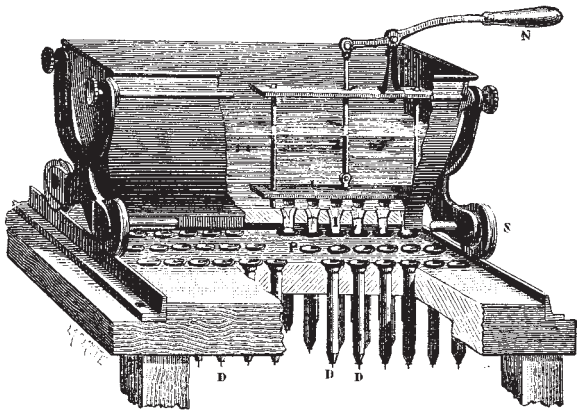
naših pluća; ona se stvara, kada mošt vrije, pa se u vino pretvara, ona izlazi iz voda kiselica, a evo se ona, kako vidimo, stvara i pri gorenju. Uz ugljik izgorio je takodjer i vodik. I on se je spojio sa kisikom, pa je stvorio vodu, koja se iz plamena kao vodena para diže, ali ju mi nevidimo, jer je preveć topla. Srednji dio plamena *B* je manje vruć nego vanjski dio, jerbo do njega nemože dospjeti toliko zraka, a po tom i kisika kao do vanjskoga diela. Ovdje se izlučuje iz pare ugljik u obliku najsitnijeg praška, a pošto nije na tom mjestu vrućina dosta velika, da bi se zapalio, to se on samo zažari, te tim podaje plamenu svjetlost. Pošto ovo znamo o plamenu, proučit ćemo pojedince sve vrsti razsvjete, koje su u praktičnoj uporabi, promotrit ćemo ponajprije: svieću lojanicu i stearinsku, onda razsvjetu uljem i petrolejem, zatim razsvjetu plinom, a napokon električnu razsvjetu.



Sl. 89. Plamen od svieće.

1. Svieća lojanica. Ove svieće su se do nedavna još mnogo rabile, jer su mnogo jeftinije od stearinskih svieća, pa se i zato nije toliko marilo za neugodnosti, koje su skopčane s njihovom porabom. Najneugodnija neprilika, što ju čovjek pri lojanici ima, svakako je ono neprestano odrezivanje stienja, da se svieća nedimi. Tko je vidio, kako gori lojanica, znade, da se ona samo onda dimi, kad je u njoj mnogo nagorenoga stienja. Stienj oduzimlje plamenu neprestano toplinu, pa čim je stienj dulji, tim on više plamenu topline oduzimlje. Pri tom oduzimanju topline nemože sav ugljik iz loja da izgori, nego on kao dim iz plamena izlazi. Ako nad takvim plamenom držimo staklo, to će ono za čas pocrniti, jer će ga čadja obljepiti. A čadja nije ništa drugo, nego ugljik iz loja, koji u plamenu nije mogao izgoriti. Ime tih svieća već nam kaže, da se one prave iz životinjskoga loja. Loj se dobiva iz klaonica i mesnica, te se ponajprije raztopi,

a onda se odstrane iz njega razne nečistoće. Da se od toga loja svieće naprave, valja imati kalupe od drveta ili kositra. U kalup se provuče stienj, pa se u nj ulije raztopljen loj i svieća je gotova. Tako si mnoga gospodarica na ladanju sama pravi lojanice za družinčad i kuhinju. Posao je to dakako jako jednostavan, pa se i u veliko nečini drugčije, samo što se pri tom rabe sprave, s kojimi se može brže raditi. Leroy i Durand u Parizu sastaviše u tu svrhu spravu, koju nam pokazuje naša slika (sl. 90.). Na gornjoj ploči velikoga stola su otvori, u koje se mogu smjestiti kositreni oblici za svieće. Po tom stolu može se



Sl. 90. Sprava za ljevanje svieća.

pomoćju kotača *SS* pomicati posuda, koje je puna raztaljenoga loja. Na dnu te posude su takodjer maleni otvori *I*, koji odgovaraju otvorom na stolu *P*, no ti otvori su zatvoreni čepovi, koje možemo po volji ručkom *N* u jedan mah dignuti. Spomenuti je samo još to, da se u kositrenih kalupih *DD* već nalaze stienji. Sada se posuda pomakne tako, da otvori od posude dodju upravo na otvore u stolu. Zatim se pritisne ručka *N* i loj poleti u kalupe. Ručka se tada digne, a posuda pomakne, da dodje na novi red kalupa. I tako se za kratko vrieme ciela hrpa kalupa izpuni.

Pri svieći se mora osobito paziti, da bude i stienj dobar, jer on mora pri gorenju raztaljeni loj u sebe vući. Zato mora stienj da bude šupljikav, pa ga zato obično i spletu od pamuka. Stienj nesmije ni polaganije ni brže goriti, nego što se troši svieća. Gori li prebrzo, to će se loj svieće odveć brzo topiti, pa kako se nemože sav potrošiti, to će teći dole po svieći. Gori li prelagano, to se nemože raztopiti dosta loja, te će svieća slabo goriti. S toga se mora jako na to paziti, da bude debljina stienja u pravom omjeru sa debljinom svieće.

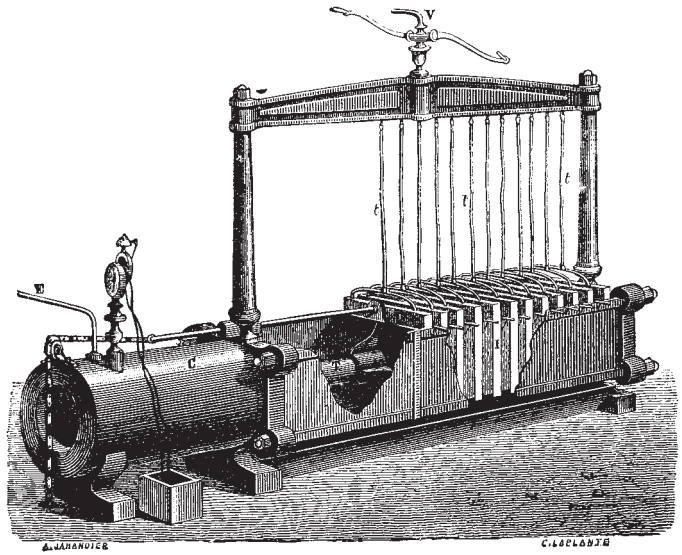
Spomenuti nam je ovdje, da ima još jedan način, kako se svieće i bez kalupa prave. Uzme se jedan okvir, pa se na okvir objesi množina stienjeva. Stienj se svaki ponajprije polije sa nješto malo raztaljenoga loja, pa se počeka čas, dok se loj ohladi i otvrdne. Sada se cieli okvir sa tvrdimi stienjevi porine u posudu, u kojoj se nalazi raztaljen loj, pa se opet digne i počeka, dok otvrdne onaj loj, što se je na stienjevih uhvatio. Okvir se opet pusti dole, loj se s nova uhvati na stienjeve, i opet digne iz posude. Opetuje se to dotle, dok nepostanu svieće onako debele, kako si ih želimo imati; pa da svieće budu gotove, treba ih samo izgladiti. Da radnik nemora badava čekati, dok mu loj otvrdne, to on uzme mnogo okvira, tako da bez prestanka može raditi. Jedan radnik i njegov pomagač mogu tako napraviti 26.000 svieća u 9 sati. Nu svieće, što ih na prvi način prave, ljepšega su oblika i gore pravilnije, jer je kod njih loj svagdje iste gustoće, te su takodjer stienji točnije namješćeni u sredini svieće. Novo napravljene svieće su u početku žute, nu za koji tjedan na zraku i svietlu pobiele sasvim.

2. Svieća stearinska. Prve stearinske svieće pravio je njeki Milly u Parizu; odtuda im potječe ime Milly-svieće. Milly bijaše dvorjanik francuzkoga kralja Karla X. Kada je kralj izgubio god. 1830. u julijskoj revoluciji svoj priestol, izgubi i Milly svoju dvorjaničku službu, te je stao misliti, kako će si drugim načinom kruh služiti. On utemelji u Parizu blizu gradskih vrata de l'Étoile malu tvornicu stearinskih svieća, koje nazva imenom bougie de l'Étoile. Ove svieće bijahu u po-

četku jako skupe, te su ih palili samo u bogatih kućah mjesto vošćanih svieća. No vremenom postade tvorenje tih svieća mnogo jeftinije, tako da je stearinska svieća naskoro iztisnula nesamo vošćane svieće iz bogatih kuća, već se je ona uvukla i mjesto lojanice u manje imućne kuće.

Stearinska svieća nosi ime po stearinovoj kiselini, iz koje je napravljena. U loju nalazimo dvie mastne kiseline: stearinovu i uljenu kiselinu. Prva je kruta, a druga je kapljevita. Od ove druge kiseline polaze sva neugodna svojstva lojane svieće. Ona je uzrokom, da je lojanica tako mekana, da se odveć lahko topi i da pri gorenju neugodno zaudara. Treba dakle odstraniti iz loja uljenu kiselinu, da dobijemo čistu krutu stearinovu kiselinu, koja je, kako po izkustvu znamo, toli dobra za razsvjetu. Da loj sastoji od dvie masti ili mastne kiseline, nije to pronašao Milly, a niti je on izumio, kako se može jedna mast od druge razlučiti. Bilo je to sve prije njega poznato. Bio je to ponajprije Braconnot, kemik iz Nancya, koji je god. 1815 prešanjem iztisnuo iz loja kapljeviti dio, te ga nazvao oleïnom, a preostali kruti dio stearinom. Još točnije je iztražio te masti čuveni francuzki kemik Chevreul god. 1820. Milly se je poslužio iztraživanji svojih predšastnika, te je njihove izume poboljšao i praktički uporavio, što prije njega nikomu nije uspjelo. Da čujemo sada, kako se loj razstvara u olein i stearin. Kada bi u čistom loju bio samo olein i stearin, onda bi bio posao vrlo jednostavan, ali olein i stearin su u loju spojeni sa još jednom trećom tvarju, a to je glicerin, koji je svakomu dobro poznat. U loju valja dakle najprije olein i stearin odlučiti od glicerina. A čini se to ovako. U loj se primješa vapno. Vapno se spoji sa oleinom i stearinom, a glicerin se tako odluči. Sada valja vapno odtjerati iz preostale smjese oleina i stearina, pa se u to ime ulije u nju sumporne kiseline. Kiselina se spoji sa vapnom, a u posudi ostane olein smješan sa stearinom. Tako se radi, ako imamo posve čist loj. Ali on je riedko kada čist, pa se zato obično mora s njim drugčije postupati. Vapno se tu ni neuzimlje, nego se odmah u nečisti loj ulije sumporna kiselina, pa se dobro

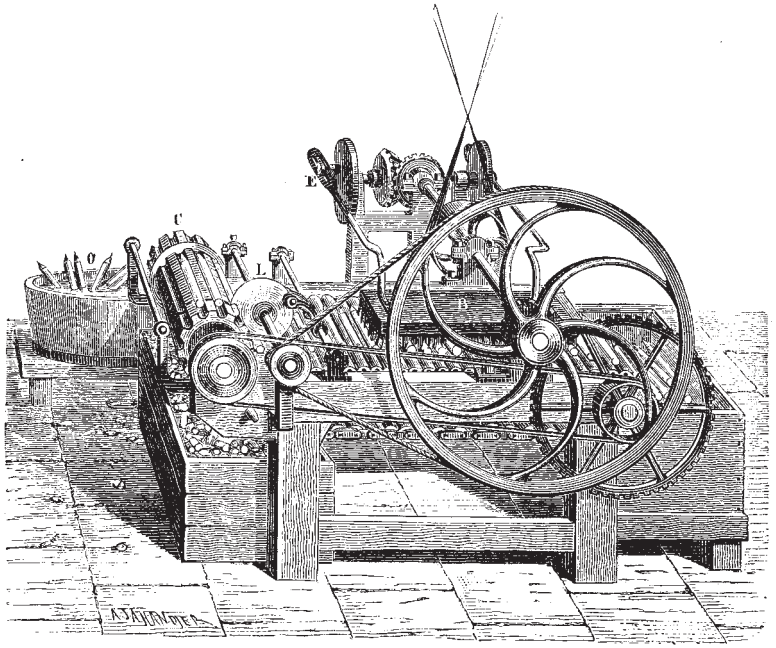
izpere i onda destilira. Pročišćena mast se grije do 300 ° C., stearinova i oleinova kiselina se izpare, pare se pohvataju i onda ohlade, pa se tako dobije smjesa od oleina i stearina. Od kada se je počeo na ovaj način loj izradjivati, znamenito je pala ciena stearinskih svieća, jer se tako može upotrebiti i onaj loj, koji radi nečistoće inače nebi mogli upotrebiti. Kada smo sada dobili smjesu od oleina i stearina, onda nam nepreostaje ništa drugo, nego da iztisnemo iz stearina kapljeviti olein, da ostane



Sl. 91. Hidrauličko tiskalo za odlučivanje oleina od stearina.

sam stearin. Valja nam smjesu od oleina i stearina zamotati u vunenu krpu, pa staviti to pod velik pritisak. Za proizvadjanje velikoga pritiska uzimlje se hidrauličko tiskalo, koje ogromnom silom raditi može. Na jedan put se neda ipak sav olein iztisnuti; valja smjesu još grijati, pa ju onda na novo pritiskati. U tu svrhu je sprava uredjena, kako nam pokazuje sliedeća slika (sl. 91.). *C* i *T* su dielovi hidrauličkog tiskala. *I* nam označuje šuplje željezne ploče, med koje se stavi smjesa, koju hoćemo tiskati. Ove ploče se griju (do 35 ° C.) parom, koja

se u nje vodi kroz cievi *t*. *T* tlači velikom snagom na ploče i onda na samu smjesu, tako da ostane napokon med pločami sama stearinova kiselina kao suha biela tvar. Stearin valja sada raztopit, pa se onda ljevaju od njeg svieće upravo tako kao i lojanice. Saljevene svieće izlože se na njekoliko tjedana uplivu zraka i svietla, dok sasvim pobiele. Sada valja svieće oprati, prirezati, da dobiju željenu duljinu, i onda izgladiti.



Sl. 92. Stroj za čišćenje i gladjenje stearinskih svieća.

Čini se to strojem, što nam ga slika 92. prikazuje. Kada se svieće operu u posudi *O*, koja je napunjena raztopinom sode, stavimo ih u izdubine valjka *C*. Ovaj valjak se kreće tako, da svaka svieća dospije pod okrugao nož *L*, koji odreže od svieće onoliko, za koliko je preduga. Prerezana svieća padne na drvene valjke, koji ju svojim kretanjem neprestano dalje pomiču. Na tom putu dočeka svieću kefa *B*, koja ju svojim gibanjem amo tamo dobro očisti i izgladi. Gotove svieće padnu u škrinju *E*, a od ovuda se vade, zamataju i šalju u trgovinu. Kod stearinskih svieća osobita se pozornost posvećuje stienju. On se čvrsto u troje splete od pamuka, a tomu ima razloga. Vršak od stienja se ponješto odmota i razširi, tako da on dosegne u vanjski kraj plamena, gdje ima toliko vrućine, da sav do malo pepela izgori, pa ga zato netreba ni čistiti, kao što se to mora činiti kod lojanica. A da i pepela bude manje, to se stienj najprije namoči u borovu kiselinu, a onda se tek u kalup postavlja.

3. Razsvjeta uljem. Spomenuli smo već, da su se svietiljke s uljem rabile već u najstarije doba, a i rekli smo kako su dugo ove svietiljke ostale jednostavne i primitivne, dok ih nije god. 1780. popravio Argand, napraviv na svietiljke stakleni valjak i šuplji stienj. Stakleni valjak nad plamenom svietiljke ima istu svrhu kao i dimnjak nad ognjištem. On provlači neprestance zrak, tako da do plamena dolazi potrebit kisik, koji uzdržaje gorenje. A okrugao i šupalj stienj dopušta, da sa sviju strana laglje i brže dolazi do plamena zrak. Ali kod ovih svietiljka bila je jedna neprilika. Kako je plamen bolje i brže gorio, to je on trošio više ulja, nego što se je moglo kroz stienj do plamena dići. Stienj nije mogao navući toliko ulja, koliko je moglo izgoriti. Zato je valjalo misliti, kako bi se moglo na drugi način ulje kroz stienj do plamena dizati. Tomu doskoči parižki urar Carcel godine 1800. U svietiljku stavio je malenu sisaljku; uz sisaljku bio je stroj kao kod ure, a stroj taj je imao tjerati sisaljku, da neprestano ulje diže do plamena. No ovakove svietiljke bile su nješto skupe, pa zato izumi god. 1836. Franchot, francezki mekanik, tako zvanu lampe à modérateur, kod koje nije ulje tjerao gore stroj od ure, već jednostavno pero svojim tlakom. Ove svietiljke su bile mnogo u porabi, dok ih nije kao i sve slične bacila u zaborav petrolejska svietiljka.

4. Razsvjeta petrolejem. Da je petrolej ulje, koje se u zemlji nalazi, biti će svakomu dobro poznato, a i zna se,

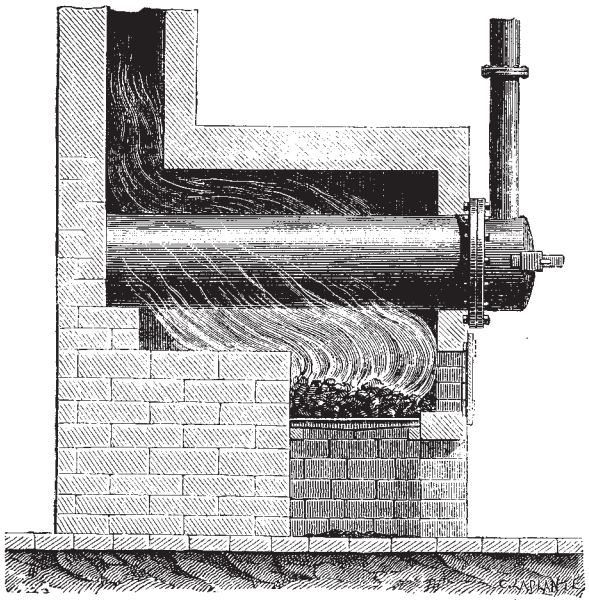
da tomu nije tako dugo, od kako se je počelo s njim razsvietljivati. Već u starom vieku znali su za petrolej, što iz zemlje ištiče, ali nitko na to nepomisli, da bi on mogao služiti za razsvjetu. Tek je tomu trideset godina, od kako je petrolej stao iz kuća iztiskavati svieću i ulje, a danas se on već u najzabitnije krajeve cieloga svieta zavukao. Najglasovitija nalazišta petroleja su u Americi. Petrolej je bio u Americi od davna poznat. Još prije odkrića Amerike su tamošnji prastanovnici kopali zdence i iz njih grabili petrolej, pa ga kao liek upotrebljivali. I kašnje su pojedini putnici nalazili i opisivali razne izvore petroleja u sjevernoj Americi, ali okoristiti se tim nitko nije znao. Tek godina 1859. postade najvažnijom za trgovinu sa petrolejem. Te godine izkopaše u sjevernoj Americi u državi Pensilvaniji bogat izvor petroleja, iz kog je s početka izticalo na dan dvie, a kašnje četiri hiljade litara petroleja. To pobuni poduzetne Amerikance, pa se je sve dalo na traženje petroleja. Već za godinu dana bilo je u saveznih državah izkopano preko dvie hiljade zdenaca. Tko je na sretnom mjestu stao kopati, postao je preko noći najbogatijim čovjekom. Mnogim je iz zemlje izticalo toliko bogatstvo, da nisu znali, što bi s njim počeli. Nije se moglo često nasmagati toliko posudja, koliko je iz zemlje petroleja izticalo, tako da su ljudi kod svojih zdenaca zdvojno skrštali ruke, gledajuć, kako im imetak potokom otiče. Petrolej zasuo je upravo pojedine krajeve silnim bogatstvom. Gdje su odkrili izdašne izvore, za kratko vrieme iznikoše ondje najkrasniji gradovi. Za odpremanje petroleja sagradiše cievi preko dolova i briegova, kroz rieke i potoke sve do morske obale; željezničke pruge iznikoše kao iz zemlje, pa izpletoše zemlju kao paučina. Nebrojena množina brodova stala se baviti samo prevažanjem petroleja u Europu. Za čišćenje petroleja otvoriše se tisuće i tisuće tvornica, gdje su radine ruke našle liepu zaslugu. I tako je petrolej na sve strane širio bogatstvo i blagostanje. U poviesti trgovačkog života neima primjera, koji bi se mogao sa ovim prispodobiti.

Surov petrolej, kako iz zemlje izadje, zelenkaste je ili tamno žute boje. Petrolej je smiešan od desetak raznih vrsti ulja, a svako to ulje sastoji od ugljika i vodika. Pojedina ta ulja lahko izhlapljuju, druga opet težje. Lahko izhlapiva ulja se i lahko zapaljuju. Ako im se približimo i gorućom šibicom, to se ona već iz daleka zapale. Dogadjalo se je to često u Americi, da se je izvor zapalio; ulje je teklo potokom, riekom, pa je uviek dalje gorilo, te znalo na daleko i široko ciele okolice opustošiti. Radi toga nemože i nesmije se petrolej odmah, kako se iz zemlje izgrabi, u trgovinu razašiljati, on se mora prije pročistiti, da se odstrane ona lahko upaljiva ulja. Petrolej se mora rafinirati. Uzmu se željezni kotlovi, a iz njih idu cievi kroz hladnu vodu. Kada se petrolej stane u kotlovih grijati, počmu izlaziti najhlapivija ulja, koja se najlaglje zapaljuju. Ulja ta izlaze kao pare, ali se prolazeć kroz hladnu vodu pretvore opet u tekućinu. Kada su ova ulja odstranjena, onda se dalnjim grijanjem stane dobivati pročišćen petrolej, koji se sada u trgovinu može uvadjati.

Da nam petrolej dobro svietli, moramo imati dobru lampu. Kako su te lampe uredjene, znade to dobro svatko. Da se petrolej u stienj diže, netreba nikakve posebne sprave; stienj uviek toliko petroleja sam dovuče, koliko za gorenje treba. Da ta lampa nemože biti bez staklena cilindra, zna takodjer svatko. Petrolej sastoji od vodika i ugljika. Vodik se pri gorućem stienju lahko spaja sa kisikom iz zraka, i izgara toplim plamenom, koji se ali nevidi. U tom plamenu od vodika plivaju sićušna zrna od ugljika, koja plamenu svietlost daju. Da sav taj ugljik izgori, mora prolaziti kroz cilindar što više zraka; ako neprolazi dobro zrak, odmah se ugljik diže kao čadja i dim. Da se plamen razširi, pa da zrak bolje oko plamena prolazi, stavlja se nad stienj malena kapica, koja je poprieko prorezana.

5. Razsvjeta plinom. Razsvjetni plin dobiva se od ugljena ili od drveta, i to na poseban način, koji se nazivlje suha destilacija. Ako hoćemo n. pr. od vina, da napravimo

rakiju ili spirit, onda ga u kotlovih grijemo i prekapljujemo, a takvo prekapljivanje zovemo mi običnom destilacijom. Želimo li ali od kakve krute tvari grijanjem iztjerati kakve pare ili plinove, onda se to zove suha destilacija. Ako grijemo ugljen u željeznih ili zemljanih posudah (retortah), koje su tako zatvorene, da do njega nemože zrak doći, onda ugljen neće izgoriti, ali će se ipak od vrućine raztvarati. Iz njega će izaći



Sl. 93. Murdochov stroj za destilaciju ugljena.

plin i to razsvjetni plin, a u posudi će preostati tvrda crna stvar, koju zovemo kok (coaks). Ovaj kok je izvrstno gorivo, s toga je već prije jedno sto petdeset godina bilo velikih tvornica, u kojih se je kok proizvadjao. Plin, koji se je uz to pravio, nisu onda još znali ljudi rabiti, već su ga puštali u zrak ili su ga kadkada radnici iz zabave zapalili.

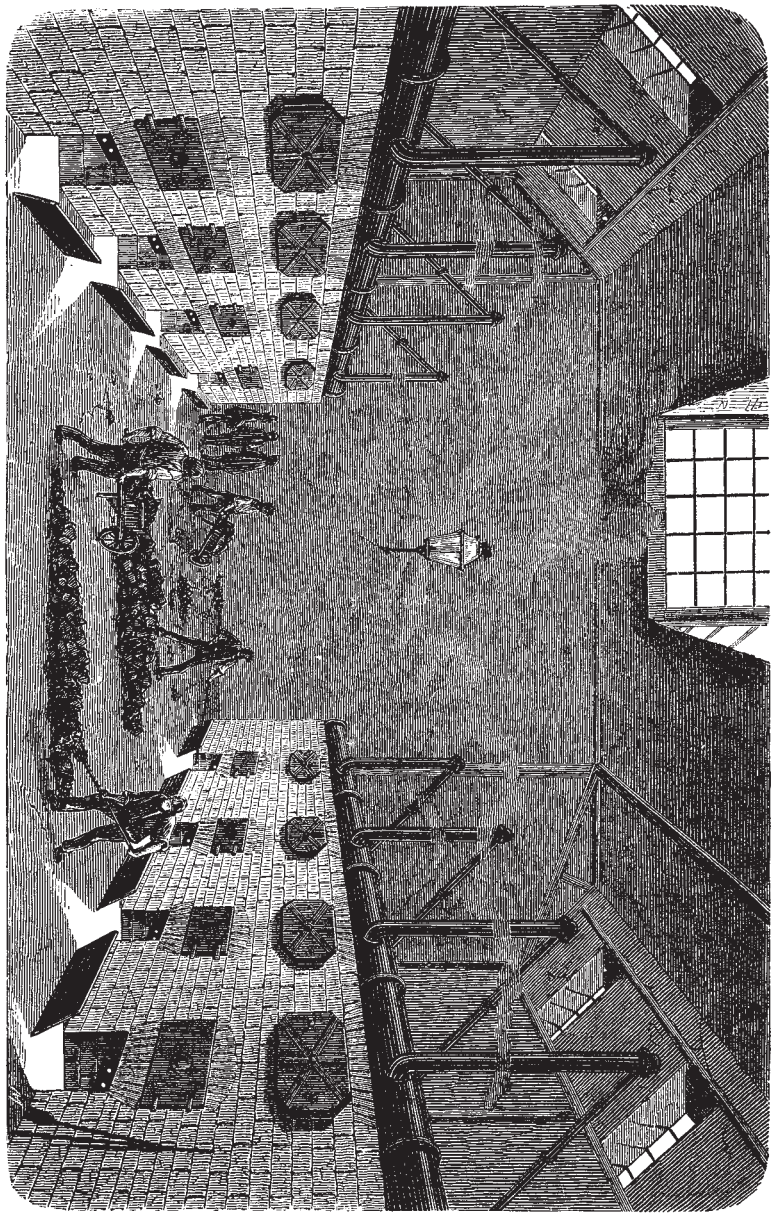
U Englezkoj uvidi Murdoch, kako bi se ovaj plin mogao upotrebiti za razsvjetu, ali nenadje odziva u Englezkoj. Jedini

ženijalni Watt bio je tako bistrouman, da je pristao uz Murdocha, te si dao po njem razsvietiti svoju tvornicu u mjestu Soho blizu Birminghama. Stroj, koji je rabio Murdoch za destilaciju ugljena, pokazuje nam slika 93. U Francuzkoj je Lebon radio u istom smieru kao Murdoch u Englezkoj, ali još gorim uspjehom. Ljudi nikako nisu mogli uviditi važnost razsvjetnog plina. Bolje je uspio Njemac Winsor. On utemelji u Englezkoj dioničko družtvo, koje je imalo uvesti razsvjetu plinom, te je obećavao svojim dioničarom neizmjeran uspjeh. Za svakih uloženih 500 talira, obećao im je najmanje 10.000 talira godišnjeg dohodka. Što Murdoch i Lebon nemogoše izvesti solidnim radom, postigne Winsor svojimi obećanji. Ljudi, začarani zlatnimi kulami, koje im Winsor u zraku posagradi, povjeriše mu dosta novaca, ali Winsorovo poduzeće neuspje, novac bijaše izgubljen. Winsor neklonu duhom, opet sabere novaca i opet prodje zlo. Poglaviti razlog njegovim neuspjehom bijaše, što iz početka nije znao razsvjetni plin očistiti od raznih škodljivih primjesa, koje su mu podavale tako neugodne vlastitosti, da se zbilja nije mogao rabiti. Nu njegovu neumornu nastojanju podje napokon za rukom ukloniti i te zaprieke, tako da je napokon poslije tolika gubitka, truda i nastojanja, njegovo družtvo imalo god. 1825. već njekoliko tvornica plina u Londonu i predgradjih.

Poslije ovoga uspjeha u Englezkoj podje Winsor u Francuzku, nu ovdje propade, jer je naišao na mnoge, koji su se bojali, da će štetovati, ako se uvede plinska razsvjeta. Njekoliko godina kasnije odredi Ljudevit XVIII., da se u Parizu uvede razsvjetni plin, i od te dobe je, akoprem iz početka jako polagano, počeo se plin širiti i po Francuzkoj.

Obazrev se tako na povjestnički razvitak plinske razsvjete, nastojat ćemo sada, da se pobliže upoznamo tim plinom, da znamo, kako je sastavljen i kako se proizvadja.

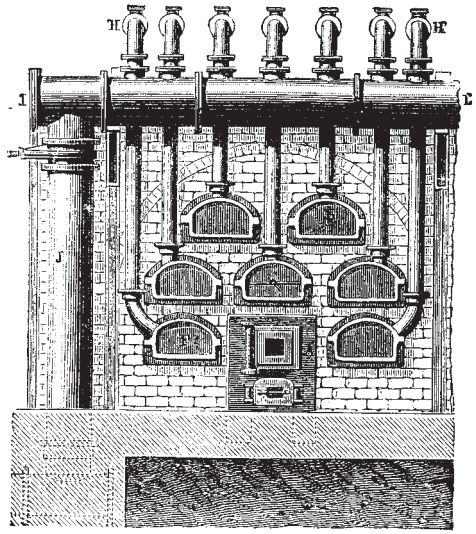
Kao što i sva druga goriva, koja nam služe za razsvjetu, sastoji i razsvjetni plin od ugljika i vodika, s toga ga u kemiji nazivamo ugljikovodikom. Mogli bi ga praviti od svake



Sl. 94. Priredba razsvjetnog plina (peći za destilaciju ugljena).

stvari, koja nam služi za razsvjetu, n. pr. od ulja, smole, loja, masti, ali ga je najbolje praviti od kamenog ugljena ili drva, jer je taj materijal sam po sebi najjeftiniji, a drugo što od njega dobivamo uzgredni proizvod, već prije spomenuti kok, koji je cienjen kao izvrstno gorivo.

Već smo prije kazali, da valja ugalj ili drvo silno grijati u zemljanih valjkastih retortah. Naša slika (sl. 94.) nam pokazuje prostoriju plinare, u kojoj su peći, gdje se proizvadja

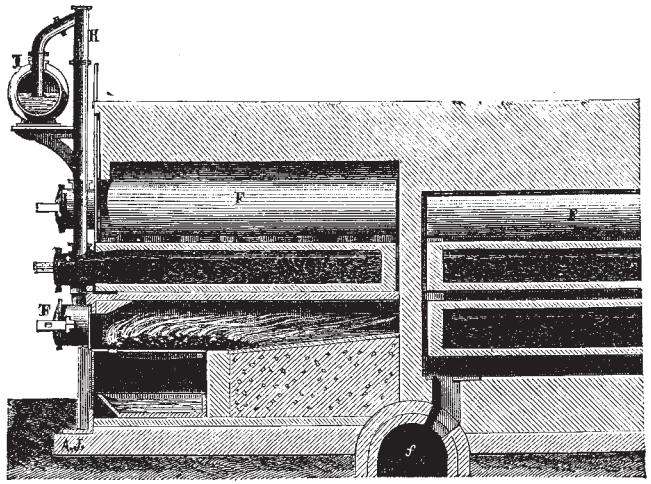


Sl. 95. Peć i retorte za proizvadjanje plina.

potrebita vrućina, dočim nam sliedeće dvie slike (sl. 95. i 96.) predočuju peći i ujedno retorte, u kojih se plin razvija. Na prvoj slici vidimo iz vana, kako su namještene retorte *F*, a iz svake vidimo da vodi ciev, kojom razvijeni plin može izlaziti u cievi *I* i *J*. Druga slika pokazuje prorez takove peći. Plin, što se razvija u retortah, pun je svakojakih primjesa; ima tu katranovih para, raznih hlapivih ulja i plinova. Od plinova spomenuti ćemo vodik, smrdljivi amonijak, po gnjilih jajih

zaudarajući sumporovodik i ugljičnu kiselinu. Ako je razsvjetni plin onečišćen ovimi primjesami, onda on nesamo da slabo svieti, već je upravo ubitačan za naša pluća. Treba ga dakle očistit. U tu svrhu vodi se cievju *H* ponajprije kroz valjak *I*, koji je do polovice napunjen vodom (sl. 96.). Ova voda ohladi katranove pare, te ih pretvori u tekućinu, isto tako raztopi i zadrži amonijačne soli.

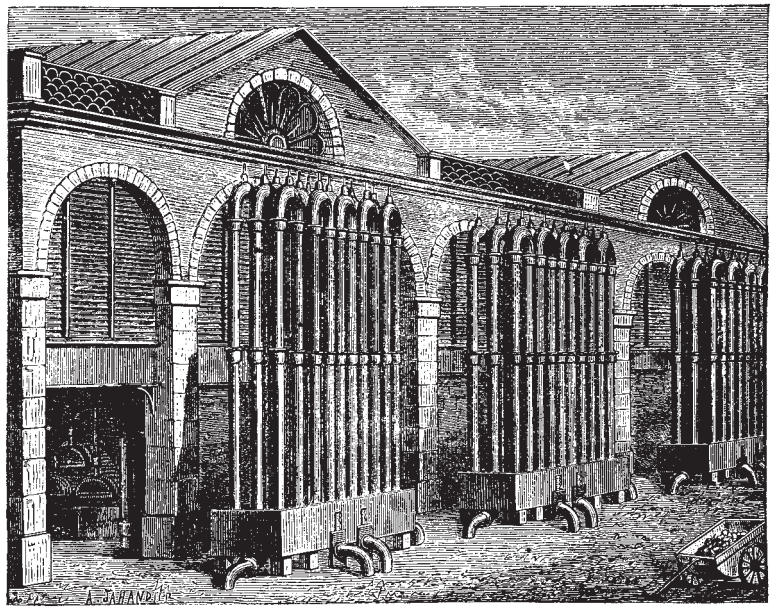
Prije nego se plin dalje čisti, treba ga dobro ohladiti, s toga se vodi u tako zvani kondensator, to je red dugih



Sl. 96. Prorez peći za proizvadjanje plina.

cievi, kroz koje plin mora proći. Ovdje se po drugi put obori nješto katrana i amonijačnih soli (sl. 97.). Da se od svih primjesa sasvim oslobodi, vodi se dalje kroz velike valjke napunjene kokom (sl. 98.) Kako je kok veoma šupljikav, to on zadrži u sebi i zadnje tragove katrana i amonijačnih soli. Riešiv tako razsvjetni plin sasvim od ovih primjesa, treba dalje nastojati, da se očisti od drugih plinova i to poglavito od ugljične kiseline i sumporovodika. U tu svrhu ga vodimo kroz sita, napunjena razdrobljenim vlažnim vapnom. Vapno se uslied svoje

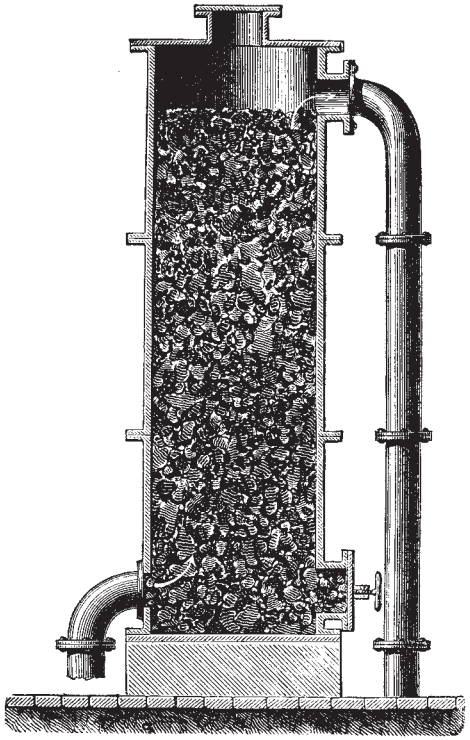
kemičke srodnosti spoji sa spomenutimi plinovi. Slike 99. i 100. pokazuju nam strojeve, kojimi se to obavlja: kroz ciev *E* (sl. 99.) ulazi plin, a izlazi napolje kroz ciev *S* sasvim čist. Ovako očišćen plin vodimo u plinospremu ili gazometar (sl. 101.), gdje ga spremimo, da ga možemo kroz cievi pustiti na mjesto, gdje gori. Gazometar je veliko valjkasto zvono od željeznog lima, koje visi tako, da mu otvoren kraj roni u vodu, koja ga



Sl. 97. Cievi za ohladjivanje plina.

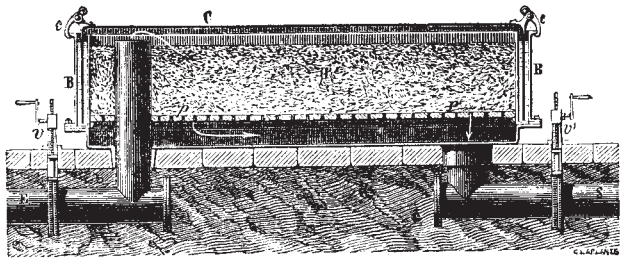
s dolnje strane zatvara, te prieči sakupljenom plinu izlazak. *ABC* jest na slici 102. ciev, kojom plin u zvono ulazi, a cievju $A'B'C'$ može se voditi u cievi, koje ga dalje vode u ulice i stanove.

Rekosmo, da se plin, koji se razvija, sakuplja u gazometru. Plin ulazi u gazometar kroz cievi, a otvor tih cievi se nalazi nad površinom vode u gazometru. Svojim tlakom diže plin zvono



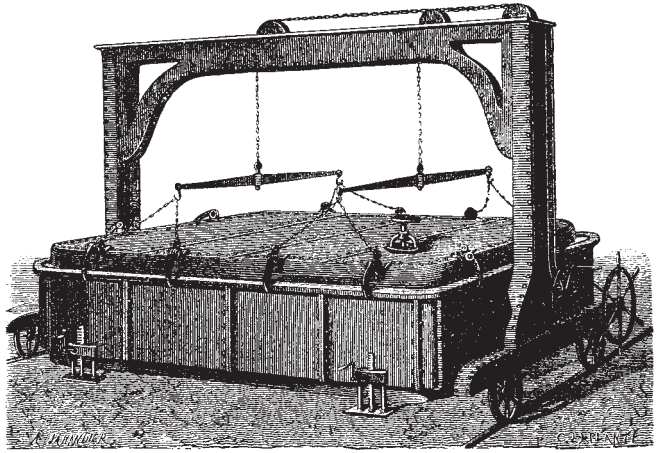
Sl. 98. Valjak sa kokom za čišćenje plina.

u vis; kada plin puštamo iz gazometra, onda se zvono spušta. — Plin nebi izlazio iz gazometra, da ga njeki tlak iz njega netjera. Ovaj tlak proizvadja već samo zvono svojom težinom. Nije li to dostatno, to valja na zvono metati utega, da se postigne žudjeni tlak. Više puta je tlak zvona odveć velik, tako da bi on odveć brzo tjerao plin kroz cievi, onda valja obratno utege tako namjestiti, da oni vuku zvono prema gore, te tim umanjuju njegov tlak na plin,



Sl. 99. Valjak sa vapnom za čišćenje plina; u prorezu.

koji je pod zvonom. Ipak svim tim nebi još mogli dovoljno ravnati izlaz plina, s toga se rabi uz to još poseban regulator. Ovaj ima oblik čunja, koji donjekle zatvara ciev, kojom plin izlazi. Nahrupi li odveć plina, to plin jače pritište čunj u ciev, tako da se ciev jače zatvori, te nemože izići previše plina. Čim obratno plin stane polaganije izlazit iz gazometra, tlači on takodjer manje na čunj, tako da ovaj pade malo natrag, te tim razširi otvor, kojim plin u ciev ulazi. Ovako mudro uredjen ravna dakle ovaj čunj sam bez ičije pri-

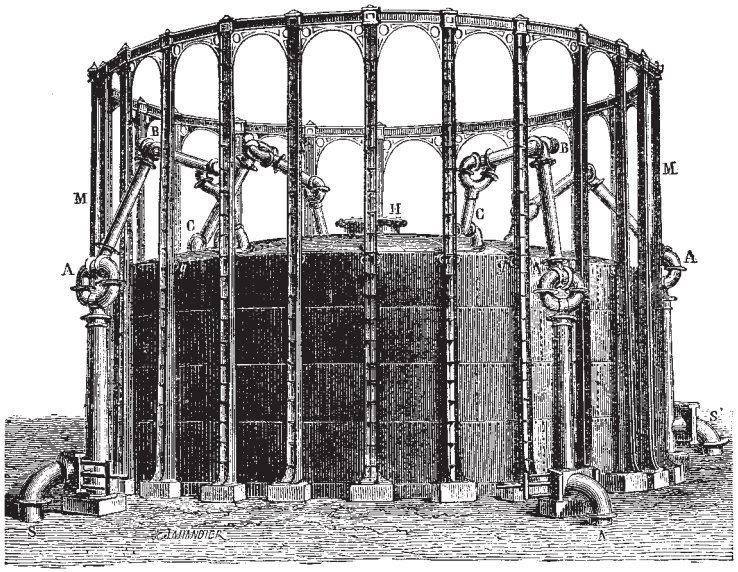


Sl. 100. Vanjski oblik valjka sa vapnom za čišćenje plina.

pomoći izlaz plina iz gazometra. Izim zvonolika gazometra, koji smo već opisali, rabe osobito u Englezkoj još drugu vrst ovih sprema, koje su nješto drugačije uredjene. One sastoje iz više djelova, koji se mogu jedan u drugi utisnuti i opet razstaviti, kao dielovi dalekozora. Kada u gazometru neima plina, onda su dielovi jedan u drugom, kao kod dalekozora, koji nerabimo. Kada pako spremu punimo plinom, diže se ponajprije gornji dio. Kod ovoga je dolnji rub zakrenut u nutra, tako da pravi žlieb, u koji se nalije voda. Gornji rub drugoga diela gazometra zakrenut je opet tako, da zahvaća u žlieb od prvoga

*

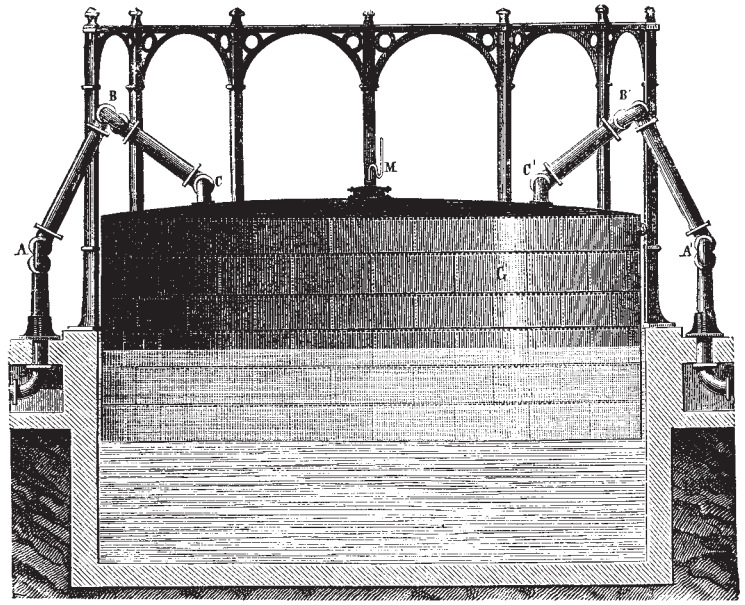
diela. Tim se je postiglo to, da plin nemože izići iz gazometra izmedju rubova, jerbo je sasvim zatvoren vodom, koja se u žliebu nalazi. Dalnji dielovi spojeni su medjusobno na isti način, jedan se u drugom može gibati, a ipak nenalazi plin medju njihovimi rubovi nikakove pukotine, kroz koju bi mogao umaći, jerbo ga sa svih strana zatvara voda u žliebovih. Rekosmo već, da ove vrsti gazometre rabe naročito u Englezkoj, na kopnu



Sl. 101. Gazometar.

Europe upotrebljuju se oni sa običnim zvonom, kako smo ih iz početka opisali. U velikih plinarnicah su ti zvonovi često upravo ogromni. Nisu riedki takovi, koji obuhvaćaju 10.000 kubičnih metara plina. Takovo zvono je visoko do 13 metara, a ima u promjeru 32 metra. Ali ni to nisu najveći, ima ih još mnogo većih, koji drže 20—25.000 kubičnih metara plina. Težak je to posao napraviti tako veliki gazometar. Ponajprije valja u zemlji izkopati bassin za vodu. Stiene toga

bassina valja obložiti zidom, koji mora biti osobito pomno gradjen, da ga silna voda, koja će doći u bassin, neprodre. U Englezkoj i Belgiji, gdje je željezo jeftino, oblažu stiene bassina pločami od željeza. Kada je taj posao dovršen, treba postaviti od drva skele za gradnju zvona gazometra; ove skele su tako uredjene, da se mogu jednim mahom srušiti, oboriv njihov središnji glavni stup. Kada su skele gotove, počmu se sastavljati

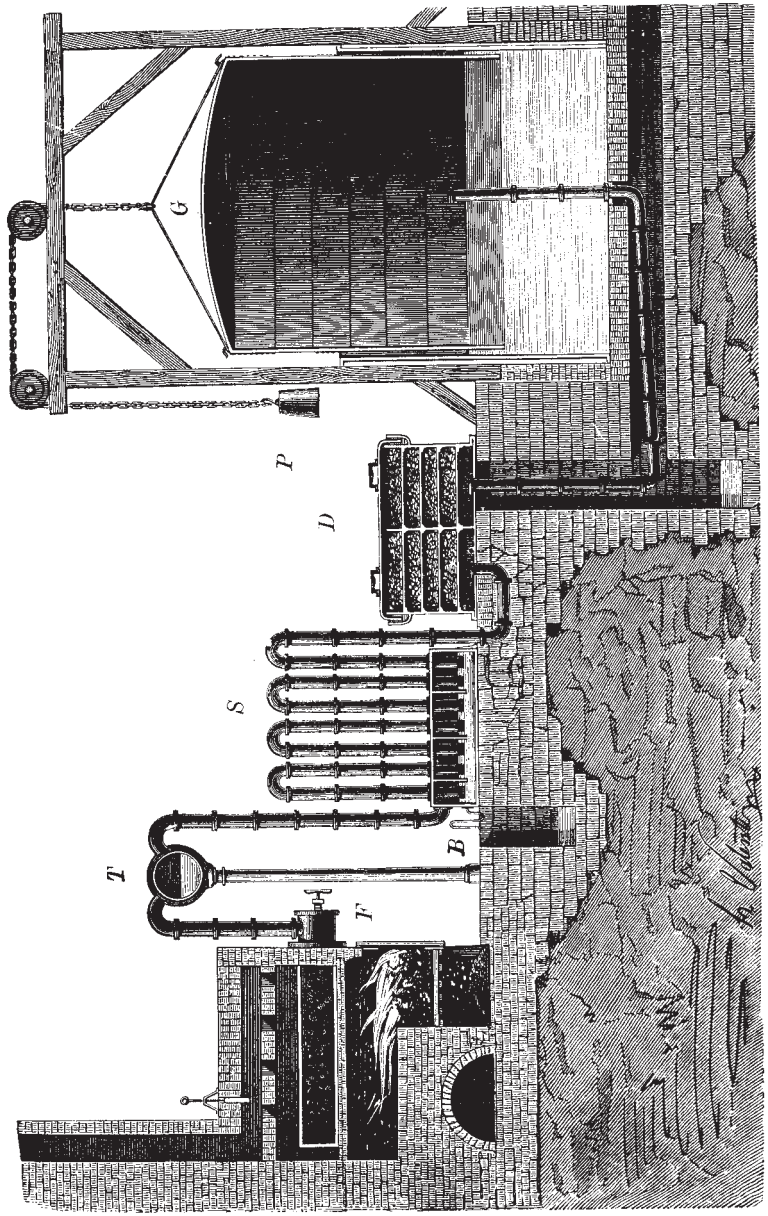


Sl. 102. Prorez gazometra.

željezne ploče za zvon. Svaku ploču valja sa susjednimi dobro spojiti, da nebude izmedju njih pukotina, kojimi bi plin izlazio. Tako se radi od dole prama gore, dok nije napokon gotovo cielo ogromno zvono. Sada se istom pomoćju parnih strojeva tjera voda u bassin. Obično treba više tjedana, dok se ta silna posuda dovoljno napuni vodom. U zvono voda nemože ući, pošto je u njem zrak, koji nikuda nemože izići. Kada bude dosta vode

u bassinu, morati će se zvono dignuti sa skela i zaplivati, a to je upravo čas, koji odlučuje, jeli gazometar valja ili ne. Zato ga svaki od radnika čeka uzrujanim srdcem. Ako je zvono sasvim dobro radjeno, zaplivat će mirno, ima li pako na kojem mjestu kakova pogrieška, to će nastati u zvonu pukotina, zrak će kroz nju velikom silom prodrieti van i zvono će se srušiti natrag. Cieli posao je uzaludan, treba zvono opet iznova praviti. Ako je pako posao uspio, ako naime zvono mirno pliva, onda sruše radnici pomoćju pripravljenog užeta središnji stup od skela, i ove se ciele umah sruše, te njihova brvna i grede plivaju po vodi. Ove se sada izvade pomoćju dugih prutova, koji imaju na kraju kvake, kojimi se mogu zahvatiti plivajuća drva i izvući iz vode. Sada se popnu njeki radnici na zvono, te otvore cievi, da zrak može izići iz zvona. Mjesto zraka, koji izlazi iz zvona, ulazi sada unj voda iz bassina, te ono polagano pada, dok nestane na dno. Sada je zvono do gore puno vode, i doklegod bude ono u službi, dotle neće u nj ulaziti zrak, već samo razsvjetni plin i voda. Iz gazometra vode, kako znamo, pod zemljom glavne cievi, a od ovih se opet odcieplju pokrajne cievi, koje vode plin u kuće i ulice. Glavne cievi nisu postavljene sasvim vodoravno, već se one izmjenice pomalo dižu i spuštaju. To je zato, da se na najdubljih mjestih u cievih u posebnih tamo uredjenih posudah sakupi voda i katran, koje i najpomnije čišćeni plin u malih množinah povuče sobom u cievi. Iz ovih posuda se od vremena do vremena izvuče sakupljena voda i katran.

Da se može mjeriti, koliko koji konsument potroši plina, ima on u svojoj kući plinomjer. Ovo je obično željezni valjak, u kojemu se može kretati drugi valjak, koji je razdieljen u četiri pretinca. Vanjski valjak je do polovice napunjen vodom, tako da se kod kretanja nutarnjeg valjka uviek dolnja dva pretinca napune vodom, dočim se gornja dva napune plinom, koji kroz ciev u plinomjer dolazi. Ulazeći plin ulazi neposredno u jedan pretinac, koji je pun vode, on iztisne vodu, te se uslied toga pretinac digne, te dodje drugi na red, da se napuni pli-



Sl. 103. Skup svih sprava za stvaranje i čišćenje plina.

nom, onda treći itd. Svaki put, kada se prvi pretinac pun plina digne iz vode, to uroni treći opet u vodu, te plin, koji je u njemu, izidje drugom cievju, koja vodi na ono mjesto, gdje plin rabimo. Pošto znamo, koliko plina stane u svaki pretinac, to valja samo brojiti okretaje nutarnjega valjka, da znamo, koliko smo potrošili plina. To se postigne pomoćju kazalâ, koja nam svaki čas označuju, koliko puta se je okrenuo valjak. Svaki plinomjer mora biti tako uredjen, da možemo svaki čas viditi, koliko ima vode u njem. Voda se izparivanjem gubi, a kada je ima manje u plinomjeru, onda on pokazuje manju porabu plina, nego je u istinu bila. Zato se svakih četrnaest dana plinomjer pregleda i dolije nješto vode, samo nesmijemo odviše dodati, jerbo će inače plinomjer obratno pokazivati, da smo potrošili više plina, nego smo ga zbilja potrošili. Vidimo, da je u prvom slučaju šteta na strani tvornice plina a u drugom na strani konsumenta. Da se tomu sasvim uklone, stadoše u novije doba kod plinomjera rabiti kapljevinu, koja neizparuje kao voda i koja se takodjer nemože smrznuti kao ova; to je glicerin, s ovim neima onih neprilika, kao kod vode, treba ga samo svake četvrte godine promjeniti, pošto vremenom postane od nečistoća odveć gust.

Na kraju plinske cievi je plamenik, ovaj se obično pravi iz žute mjedi ili koje druge kovine. Nu ovi se skoro pokvare uslied vrućine, s toga se u novije doba najviše rabe tako zvani lava-plamenici, ovi su iz kamena, koji je poznat pod imenom mastnik. Ovaj kamen je mehak, tako da se lahko može izradjivati, a onda kada ima željeni oblik, možemo ga žarenjem jako skrutiti, tako da postane upravo prikladan za plamenik. O obliku otvora u plameniku ovisi oblik plinskog plamena. Kod razsvjete obično se rabi leptirasti oblik, ovaj nastane, kada plamenik ima na svom kraju malenu pukotinu, kojom plin u obliku lepeze izlazi.

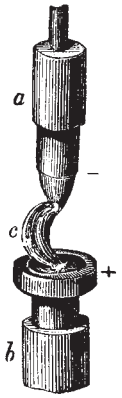
Sada ćemo još jedan put u kratko opetovati cieli postupak, kako se plin pravi. Poslužit će nam k tomu slika 103., na kojoj je taj cieli postupak predočen. *F* je peć, u kojoj je retorta puna

ugljena. Ona stoji u vatri. Uslied silne vrućine raztvara se ugljen. Nastali plinovi i pare idu najprije kroz vodu u cievi *T*, u kojoj ostane, kako znamo katran, koji se onda sakuplja u izgradjenoj jami *B*. Plin dodje dalje u kondensator *S*, gdje se ohladi. Iz kondensatora ide dalje kroz čistilo *D*, u kom se nalazi vapno. Mi znamo, da ono sastoji od više sita, na kojih leži vapno. Vapno oduzme plinu svojim kemičkim djelovanjem dvie primjese, koje bi silno smetale njegovoj porabi, i to ugljična kiselina i sumporovodik. Ovako očišćen plin ide u gazometer *G*; *P* je uteg.

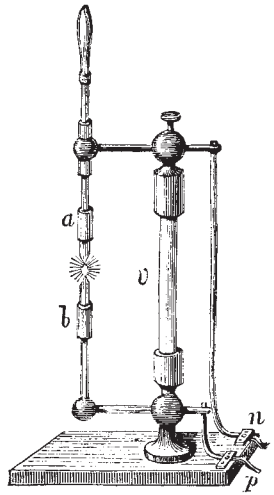
Prije nego dovršimo o plinskoj razsvjeti, obazret ćemo se još jednom na plamen. Kod svieće, kod uljene ili petrolejske lampe pravo rekuć takodjer gori plin, razlika je samo ta, da se taj plin ovdje pravi tek u plamenu, dočim ga za plinsku razsvjetu pravimo u plinarnicah, a od ovuda ga vodimo gotova do plamena. Kazali smo već, da goreći plin nesvieti, ako neima u plamenu krutih užarenih čestica. Kod plamena, što nam služi za razsvjetu, sastoje te čestice od ugljika, koje se u plamenu izluče, te ostaju u njem njeko vrieme razžarene, a poslije istom izgore, t. j. one se spoje sa kisikom iz zraka i tvore ugljičnu kiselinu. Znamo zašto te čestice neizgore odmah. Uzrok je tomu taj, što u srednjem dielu plamena neimaju za izgaranje potrebitu množinu kisika. Da plin već unapred sa zrakom pomješamo, izgorile bi te čestice odmah, a plamen nebi svietio, ali bi zato bio mnogo vrući. A mi to i činimo, kada hoćemo, da plinom grijemo, jer onda netrebamo da plamen svieti, već samo da jako grije. Obratno možemo plamen, koji sam po sebi nesvieti, učiniti sjajnim, ako samo metnemo u njega kakovo kruto tielo. Vodikov plamen na primjer nesvieti ni malo, jerbo se vodik kod izgaranja brzo spaja s kisikom u vodene pare, neima dakle u plamenu od nikuda krutih čestica. Umetnemo li u njeg platinenu žicu, to će se ova u vrućini usjati i dati će plamenu svietlost, tako da bi ga mogli rabiti za razsvjetu kao i plamen razsvjetnog plina.

6. Munjevna razsvjeta. Govoreć o munjevnoj struji, spomenuli smo već munjevno svjetlo. Ono postane, kada jaka

munjevna struja prolazi žicom, koja je na jednom mjestu *c* (sl. 104.) prekinuta, ali tako da su obadva kraja od žice *a*, *b*, na blizu. Od jednoga kraja žice prelaziti će k drugomu kraju munjina, pa će se tu viditi kao sjajan i svjetao luk *c*. Pošto se uz to pojavi silna vrućina, te se krajevi od žica skoro pokvare, pa da to nebude, to se na žice uviek pričvrste dva komadića ugljena, koji se doduše takodjer troše, ali uz to nesmetaju prolazu munjine. Ovaj ugljen je posebnim načinom priredjen, da dobro vodi munjinu, i da čim težje gori na zraku. Pošto se, kako već spomenusmo, ugljen troši, to oba komada bivaju sve to manja, pa od jednoga ugljena do drugoga nastaje sve to veća udaljenost, tako da onda nemože više munjina prelaziti. S toga se mora ciela sprava tako udesiti, da se ugljen ugljenu može uviek toliko primicati, u koliko su se bili iztrošili. Priredbu tu vidimo na slici 105. *n* i *p* su žice, koje su spojene sa polovi munjevne baterije. Stup *v* je od stakla, jer bi inače munjina išla kroz njega, a ne kroz ugljene. Ugljeni su na kovnih štapićih *a* i *b*, koji su spojeni sa žicami *n* i *p*. Gornji štapić možemo pomicati, te ga po potrebi približiti k dolnjemu. Da se ovo zbilja uviek rukom izvesti mora, bio bi to jako dosadan i težak posao, jer nebi mogli rukom tako regulirati spravu, da prelazeća munjevna iskra bude uviek jednaka. Da se nepravilnosti, koja bi iz toga sliedila, doskoči, izumio je Leon Foucault spravu, koja pomoćju munjomagneta sama regulira odaljenost ugljena. Ova sprava je



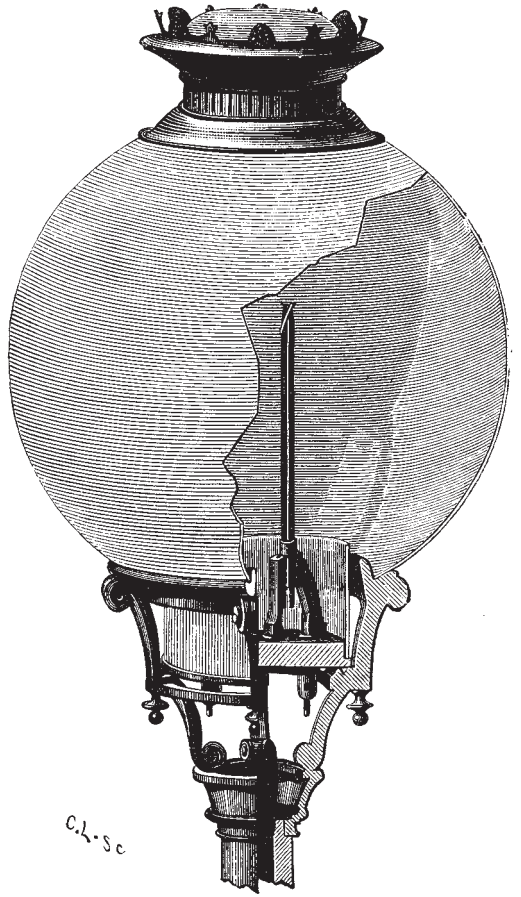
Sl. 104. Luk električna svjetla.



Sl. 105. Električna svjetiljka.

doista jako liepa i dobra, ali uz to uviek još komplicirana i skupa. Ovakvu spravu imadu i u velikih svjetiljkah gradjanske strieljane u Zagrebu. Ruski mjernik Jabloškov zamienio ju je

Sl. 106. Jabloškova svieća.



Sl. 107. Električna svjetiljka sa Jabloškovom svićom.

god. 1876. jako jednostavnom, a uz to veoma praktičnom spravom, koja bi po svom obliku nazvana Jabloškovom svićom (sl. 106.). Ona sastoji od dva komada ugljena *ad*, *cb*, koja leže uzpored. Izmedju oba ugljena položi se ploča od porculanače (kaolina) *i*,

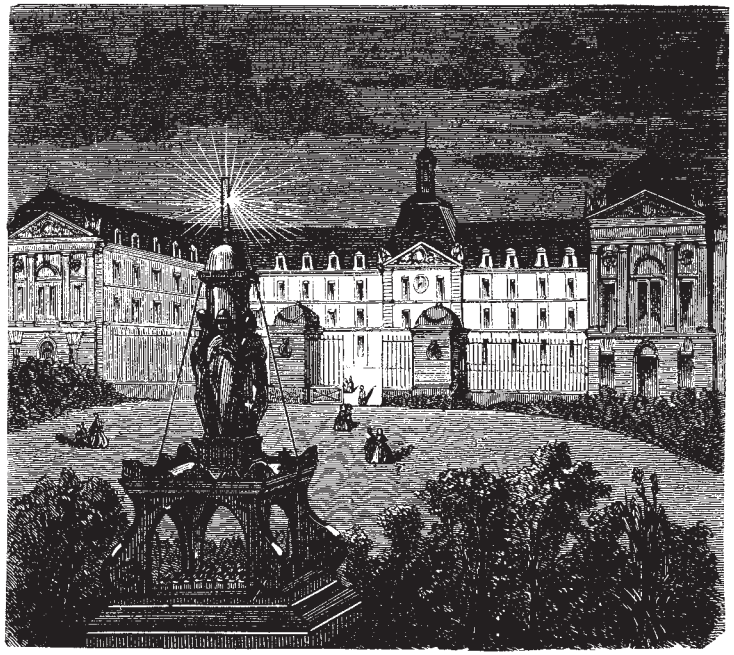
da munjina nemože odmah iz ugljena u ugljen preći, nego da mora iz jednoga ugljena preći preko porculanače u drugi ugljen, te onda tako svietliti. Naravno je, da se i uz to ugljen troši, ali za koliko ugljen biva manji, za toliko se tali i kaolin upravo kao kod goruće svieće. Pri tom se kaolin i žari, pa povećuje sjaj. Oblik ove svieće predočuje nam slika 106. Da toliki sjaj nepovriedi oka, pokrivaju se munjevne svjetiljke mutnim staklom, i tim dobiva Jabloškova svieća oblik, kako ga vidimo na našoj slici (sl. 107.). Pošto je za proizvadjanje munjevnoga svjetla potrebita veoma jaka munjevna struja, treba u tu svrhu uzeti munjevnu bateriju, koja sastoji od jedno četrdeset Bunsenovih članaka. Kako je već na drugom mjestu spomenuto, jako je neugodno i skupo rabiti tako velike baterije. S toga za proizvadjanje munjevnoga svietla upotrebljuju elektromagnetičke strojeve, t. j. sprave, kod kojih se munjina proizvadja pomoću magneta. Ove strojeve valja kretati. Manje je sprave moći rukama kretati, ali za kretanje većih strojeva već je potrebna snaga pare ili vode.

Prigodom parižske svietske izložbe god. 1878. razsvietljeno bi u Parizu više javnih trgova pa i jedna ulica munjevnim svjetlom. Za Parizom se skoro povedoše i drugi gradovi. (Sl. 108.). Kod tih pokusa vidilo se je, da munjevno svjetlo zbilja krasno dapače i prejako razsvietljuje svoju okolinu, dočim dalje vlada tmina. Zato uvidiše da bi bolje bilo, kada bi se ovo svietlo razdielilo u više manjih svjetiljka, koje nebi doduše tako silno svietlile, ali bi svietlo pravilnije porazdielile. Kako se je sviet jako zanimao za munjevno svjetlo, nastalo je naskoro pravo takmenje, tko će spomenutu zadaću riešiti. Prilično uspješe u tom Repnier u Francuzkoj, Wedermann u Englezkoj, Siemens i Halske u Njemačkoj a i drugi. U Americi kušao je Edison to isto postići sasvim drugim putem. Kod svih prijašnjih munjevnih svjetiljka mora munjina od ugljena do ugljena kroz zrak prolaziti i tako svietliti. No Edison učinio je to posve drugčije. Njemu je munjina morala prolaziti jedino kroz ugljen, pa ga tako ugrijati i užariti, da samo ugljen svietli, dočim su kod

drugih munjevne iskre prolazile kroz zrak i tako svietlile. Ugljen za Edisonovu lampu morao je biti veoma tanak, pa je zato ugljen pravio od komadića papira, koji je izžario. Takav tanak list ugljena bi na zraku brzo izgorio, zato je Edison zatvorio ugljen u staklenu kruglju, iz kruglje izsisao sav zrak i onda ju dobro zatvorio. Ove Edisonove lampe daju blago, oku veoma ugodno svjetlo, ali ipak se nisu u praktičnoj porabi odmah dosta valjanimi pokazale. Spomenuti nam je još jednu drugu vrst malenih električnih svjetiljka, jer su ih uveli u uzgrednih prostorijah gradjanske strieljane u Zagrebu. Munjina se dovadja žicom u malene staklene lampice, pa tu mjesto da je list od ugljena kao kod Edisonove lampe, savila se tanka žica od platine. Kada munjina prolazi kroz žicu od platine, usja se žica, pa sja liepim i blagim svjetlom. Ako i nije još podpun uspjeh munjevnog svjetla, to ipak nitko nedvoji, da će ono skoro sjajno nadvladati sve potežkoće, te nam svojim bajnim svietlom naskoro tjerati tminu, u koju su do sada većim dielom zavite naše noći uz sve svieće, svjetiljke i plin. Sada se ono već mnogo upotrebljuje za razsvietljivanje velikih prostorija, kao kolodvora, tvornica, kazališta itd., zatim kod noćnih radnjah i gradnjah; isto tako služi ono već i za razsvjetu glavnih ulica i trgova njekih gradova.

U Goldamingu, gradiću od 2500 stanovnika, rabi se za razsvjetu snaga vode jednoga pritoka Themse, na kojem taj gradić leži. Voda naime tjera magnetoelektričke strojeve, koji proizvadjaju munjinu za munjevno svjetlo. Ovo je jedan primjer, koji nam pokazuje, kako su već i u manjih gradovih počeli se zanimati za munjevno svjetlo. Koliko se u obće na tom polju radi, moglo se je viditi kod električnih izložbah, koje u zadnje vrieme bijahu u Parizu, Londonu i Monakovu. Stotine i stotine svjetiljka raznih sustava razsvietljivalo je na ovih izložba prostorije i pretvaralo crnu noć u bieli dan. (Sl. 108.) I neima dvojbe, da će električno svjetlo pobjediti. Upravo orijaškimi koraci idu ljudi napred, svaki dan se izmišljaju nova sredstva, kako će se električno svjetlo laglje i jeftinije proizvadjati. U

Beču i Brnu se već kazališta njim razsvietljuju, kod nas u Zagrebu prirediše, kako smo to već spomenuli, električnu razsvjetu u dvorani gradjanske strieljane. Munjina ima neizmjernu budućnost, mi stojimo upravo na pragu nove dobe čovječjeg napredka; viek je to novi, viek munjine.



Sl. 108. Razsvjeta javnoga trga sa električkim svjetlom.

U velikih prostorijah, gdje živi ili radi velika množina svieta, neima ni jedna razsvjeta one prednosti, što ju ima električno svjetlo. Svako drugo svjetlo grije i kvari zrak, jedino električno svjetlo nemienja i negrije zraka, kao da ga u prostorijah ni neima. Tko je vidio, pri kako kukavnom svjetlu moraju radnici u dubokih rudnicih raditi, kako ih zagušuje dim od njihovih uljanih svjetiljka, kako im čadji lice i kvari pluća, taj će morati zaželjiti, da i onamo električno svjetlo

unese svoje blagodati, a neima dvojbe, da će se to u mnogih većih rudnicih i učiniti (sl. 109.). Gdje se neodgodivi poslovi moraju na otvorenih mjestih i po noći obavljati, tamo nemože

Sl. 109. Radnja po noći pri električnom svjetlu.

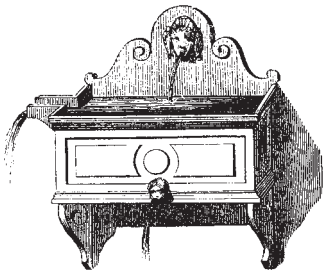
ni jedno drugo svjetlo cieli prostor tako jednako i čisto razsvietliti, kao što to može učiniti električno svjetlo. I kod nas na Rieci rabili su prošlih godina u luci po noći električno svjetlo, kad je trebalo brzo natovariti brodove sa robom.

U r a.

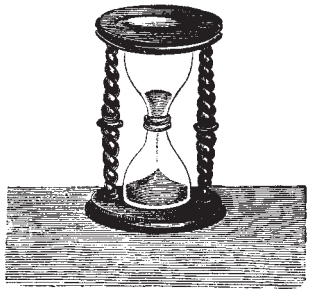
Ure kod starih naroda. — Poviestnički razvoj modernih ura. — Ure sa utegom. — Ure sa perom. — Ure cilindrice. — Ure sidrice.

Kratak je čovječji život, svaki trenutak je dragocien, s toga moramo brižljivo nastojati da valjano upotrebimo svoje vrieme i na sve da dospijemo u pravi čas. U tom našem nastojanju podupire nas malena sprava, koja pokazuje vrieme i koju urom nazivamo. Ura visi na svih zvonicih naših crkva, na zidovih naših soba, mi ju uviek sa sobom nosimo, samo da uviek znamo, koliko smo vremena već potrošili. U naše vrieme, gdje se tako brzo živi i radi, je to nuždno; u staro doba bilo je to drugačije. Najstarija ura bez dvojbe je sunčana ura, koja je osobito bila u porabi u onih sretnih zemljah, gdje dan na dan žarko sunce sije, naročito kod starih Egipćanah i Grkah. Oni postaviše visoke stupove te po pravcu, kojim je sjena pala i po njenoj dužini upoznaše dobu dana. Ove ure dakako nisu mogle čovjeku koristiti nego po danu i pod vedrim nebom, s toga već u prastaro doba izmišliše ljudi takodjer drugu vrst ure i to tako zvanu klepsydru, uru, kod koje se je vrieme mjerilo vodom. Sličnu jednu takvu vodenu uru pokazuje nam slika 110. Iz posude, koja je imala oblik lievka, kapala je na dolnji otvor neprestano voda u drugu posudu. Na stieni gornje ili dolnje posude bile su urezane crte, tako da je površje vode za jedan sat došlo od jednoga poteza do drugoga. Zanimivo je, kako su stari Rimljani rabili ove ure kod sudbenih razprava. Izmjerili bi tri jednaka diela vode, jedan je bio za tuženika, drugi za tužitelja, a treći za sudca. Svaki od ovih smio je samo tako dugo govoriti, dok je njegov dio vode

iztekao. Na to je pazio posebni pazitelj, koji je to morao uviek javiti. Dok su se čitali kakovi spisi ili saslušali svjedoci, začepio bi pazitelj dolnji otvor ure, tako da dotle voda nije mogla izticati. Tim su se služili grčki i rimski govornici i filozofi kod svojih razprava, da se zaprieči da nebi koji odveć govorio. Više puta je rabila takodjer ura, u kojoj nije bila voda već sitni piesak. Oblik te ure pokazuje nam naša slika (sl. 111.); bile su to dvie bočice spojene svojimi otvori, od kojih jedna bijaše puna sitnoga pieska. Piesak izticao je iz gornje posude u dolnju, a da izteče, trebao je stanovito vrieme, n. pr. jedan sat. Kada je gornja posuda prazna bila, trebalo je spravu okrenuti, pa dok se je onda na novo gornja posuda izpraznila, prošao je opet jedan sat. Mnogo savršenije bile su ure, kod kojih je voda tjerala kotače, na kojih bijahu kazala, koja označivahu sate. (Sl. 112.) Osobito liepe takove ure pravili su Arapi; tako je u devetom stoljeću kalif Harun-al-Rašid poslao Karlu Velikomu na dar uru, kojoj se je svatko divio. Bila je od pozlaćena bronca, pa ne samo da je pokazivala kazalom satove, već ih je i udarala i to tako, da je stanoviti broj kruglica pao na kovnu posudu. Kada je sat izbio, otvoriše se dvanaestera vrata, a na njih se pokaza dvanaest vitezova.



Sl. 110. Vodena ura.

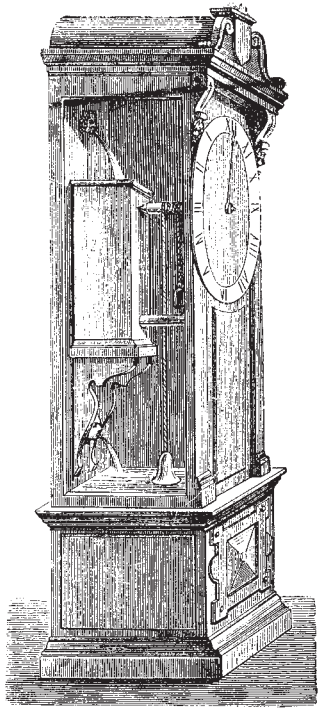


Sl. 111. Pješčana ura.

Dokle su se u srednjem vieku kod Arapa u Africi i kod Maura u Španjolskoj liepe vodom tjerane ure pravile, zaboravili su u ostaloj Europi skoro sasvim taj obrt. U samostanih ravnahu se po zviezdah na noćnom nebu, da znadu, kada će zvoniti k zornici; a zna se, da je u

desetom stoljeću u njekih njemačkih samostanih službа bila uredjena po kukurikanju kokota.

Tko je prvi počeo rabiti za uru uteg, kako ju mi sada imamo i kada je to bilo, to neznamo. U dvanaestom stoljeću bilo je po samostanih već dosta takovih ura. U četrnaestom vieku pravili su već ure za zvonike u gradovih, ali su ove bile jako skupe, tako da ih mogoše samo bogati gradovi nabaviti. Od ovih ura je znamenita ona, što ju je god. 1370. napravio za grad Pariz njemački urar Hinko Wick. Njezin utez imao je 250 kilograma, dočim je kod starijih ura imao preko 500 kilograma. Ura je pokazivala i udarala doduše samo sate, ali je bila jako dobra, jer je skoro 500 godina išla. Osim ovih ogromnih ura pravile su se u četrnaestom vieku i malene ure sa utegom za sobe, ali one bijahu veoma riedke. Francuzki kralj Filip liepi imao je takovu uru, a ta je bila valjda jedina u njegovoj državi. Neda se tajiti, da su ove ure liepo naredjene bile, ali ipak nisu točno pokazivale vrieme, dok nepočeše ljudi rabiti nihalo, da uru učine točnijom.



Sl. 112. Ura, koju voda tjera.

Svatko pozna nihalo na uri. (Sl. 113.) Štap je to od kovi ili drva, a na njem visi okrugla ploča. Objesimo li nihalo, to će ono visiti osovno, pomaknemo li ga iz toga položaja, to će se ono zanihati; svaki takov nihaj traje jednako vrieme. Ovo za ure toli važno svojstvo nihala pronadje glasoviti Galileo Galilei (sl. 114.). Pripovjeda se, da je on bivši još djakom god. 1582.

opazio ovo svojstvo, motreć u glavnoj crkvi u Pisi svietiljku, koja je visila na dugu lancu sa stropa crkve i koja se je njekim slučajem zanihala. Prošlo je 40 godina, dok Galilei dospije na tu misao, da bi se nihalo moglo upotrebiti kod ure. On te misli nije izveo, već to učini glasoviti holandezki učenjak Kristijan Huygens (sl. 115.), koji sastavi prvu uru s nihalom. Ovaj veleum sedamnaestoga vieka učini takodjer sam za urarstvo veoma važno odkriće, da se može nihalo i uteg kod ure nadomjestiti pružívim perom, koje valja stegnuti, tako da će ovo odmatajuć se usljed svoje pružívosti kretati kolesi ure. On pošalje god. 1657. holandezkim stališem opis ure, kojom se može sasma točno mjeriti vrieme. U opisanoj uri bila su

Sl. 113. Nihalo.

Sl. 114. Galileo Galilei.

sjedinjena oba spomenuta izuma, koja služe temeljem modernom urarstvu. Odkada se spiralna pera rabe za ure, počeše

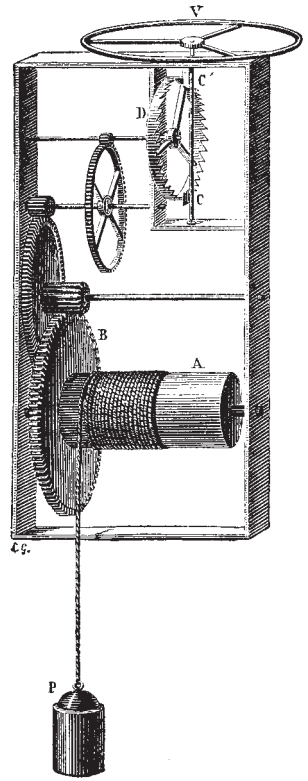
*

ljudi praviti malene ure, koje se mogu u žepu nositi. Kažu, da je prvu takovu žepnu uru napravio god. 1500. Petar Hell, urar u Nürnbergu. Prve žepne ure imale su samo jedno i to satno kazalo, bile su jako netočne, a uza sve te mane bile su tako skupe, da ih je onda samo bogataš mogao kupiti, pa i on ju je nosio više za gizdu nego za korist. Točnosti nije ni zahtjevao od nje, već je bio zadovoljan, ako je samo išla. Prve žepne ure

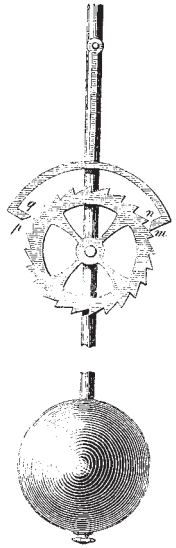
Sl. 115. Kristijan Huygens.

imale su razan oblik; tako oblik jajeta, kruške, jabuke. Osobito cienjene su bile ure, koje su imale oblik patke. Gospoda one dobe nosila su uru u glavici štapa ili u prstenu; bilo je dapače ura umetnutih u kakov ledac ili dragulj, tako da je bilo izvana viditi cieli ustroj ure. U obće se opaža u urah one dobe težnja, da budu čim ljepše izvana, pošto nisu iznutra mnogo valjale. Ovoj težnji se nećemo čuditi, kada promislimo, da je to bilo u XVI. vieku, u vieku renaissance, kada je umjetnost toli cvala. Za urarstvo bijaše doba cvatnje XVIII. viek, u kojem počeše praviti takodjer chronometre za ladje, koji se odlikuju svojom točnošću.

Mi ćemo sada razmotriti kako je ura sastavljena, i to ćemo najprije pogledati uru sa utegom a onda uru sa pružívim perom.



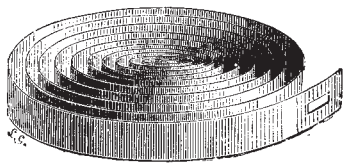
Sl. 116. Ura sa utegom.



Sl. 117. Nihalo kao regulator.

1. Ura sa utegom. Naša slika (sl. 116.) nam pokazuje takovu uru. Oko valjka *A* omotano je uže ili lanac na kojem visi uteg *P*. Ovaj će svojom težinom odmatati uže od valjka i time valjak kretati. Ovo kretanje prenaša se na kazala ure pomoćju zubatog kola *B*. Da ovako uru ostavimo, kretala bi

se njezina kazala sve brže i brže, dok nebi uteg odmotao cielo uže od valjka. Ovim kretanjem nebi mogli mjeriti vrieme, pošto okretanje nije pravilno, već biva, kako već spomenusmo, sve brže i brže. Treba ga dakle nečim obustavljati, tako da bude kretanje pravilno. U to ime služi vretence *V*. Kako to? Vidimo na tom vretencu dvie male pločice *c* i *c'*. Dok se kreće kolo *D*, zapinje ono zubci neprestano u te pločice; čim jednu odrine te tako za jedan zubac dalje dodje, okrene se vretence i evo zapne o drugu pločicu, tim se opet malo zaustavi, dok neodrine i ovu pločicu; sada opet može za jedan zubac dalje proći, i to se neprestano opetuje. Vretence neprestano maše amo tamo i tim uvjek zaustavlja kolo, tako da se ono nemože brže kretati, nego mora ići pravilnim tokom. Pošto su s ovim kolom *D* u savezu i ona kola na kojih su kazala, to se i ona nemogu nego pravilno kretati. Da ura kaže minute i sate, moraju ova kolesa tako biti uredjena, da se jedno okrene jedan put za jedan sat a drugo jedan put za 12 sati; na prvom je kazalo za minute a na drugom kazalo za sate.

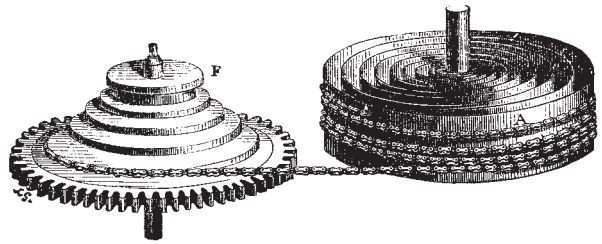


Sl. 118. Ocjelno pero.

Pošto spomenuto vretence ravna urin hod, to se ono naziva regulatorom, a one dvie pločice zovu se zaustavom — échappement. Regulator sa vretencem naći ćemo samo kod najstarijih uteznih urah. Od Huygensa počam rabi se u tu svrhu uviek nihalo, jer je to sbilja najjednostavniji i najbolji regulator, koji si možemo pomislit. Treba samo spojiti sa nihalom (sl. 117.) posebnu viljušku *qn*, koja će služiti kao zaustava, dočim će kod svakoga nihaja zapeti o zubac kotača *mp*, pa ga kod drugoga nihaja izpustiti, tako da će se kotač za jedan zubac dalje pomaknuti. To biva kod svakoga nihaja, svaki put pusti kotač samo za jedan zubac dalje. Pošto za svaki nihaj treba točno isto vrieme, to će se kotači ure sasma pravilno gibati. Uzmimo da nihalo učini u svakoj sekundi jedan nihaj, to će

u svakoj drugoj sekundi jedan zubac kola dalje ići, a imaju li kola 60 zubaca, to će se u 60 sekunda ili jednoj minuti jedan put okrenuti. Ovo kolo spojeno je pomoćju manjih kotačića s drugim, koje se samo jedan put okrene, dok se ovo 60 puta okrene, ovo je opet spojeno s trećim, koje se okrene jedan put, dok se ovo 60 puta okrene. Na prvom od pomenutih kola je kazalo za sekunde, na drugom za minute, a na trećem za ure.

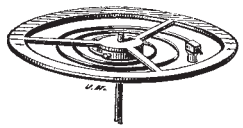
2. Ura sa perom. Pero u uri (sl. 118.) je od ocjeli, te je omotano u spiralu. Pomislimo si nutarnji kraj spirale spojen s malim valjkom, koji se može kretati oko svoje osi, a vanjski kraj neka je negdje na uri pričvršćen, tako da nemože s mjesta. Okrećemo li pomenuti valjak pomoćju ključa oko njegove osi, to će se pero sve više stisnuti, i mi kažemo, da



Sl. 119 Vitlo i pero u kutiji.

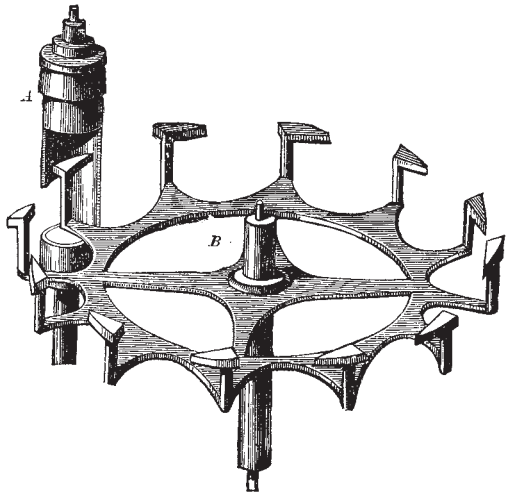
smo uru navili. Što će se dogoditi perom, ako sada izpustimo valjak? Ono će se uslied svoje pružívosti opet širiti, pa će naravno uz to onaj valjak kretati. Jeli na valjku kolo, to će se i ono kretati, kao i sva kola, koja su spojena s ovim pomoćju zubaca. Evo sada znamo, kako pero može kretati kazala na uri, slično kao i uteg. Ipak je razlika izmedju djelovanja utega i djelovanja pera; dočim uteg uviek djeluje istom silom, biva pero, čim se više odmota, sve slabije. Mnogo to smeta točnomu hodu ure, pa je zato trebalo nastojati, da se stvar tako uredi, kako bi pero uviek jednako djelovalo, akoprem biva sve slabije. To se je postiglo na sliedeći način: Pero se zatvori u okruglju kutiju *A*, na kojoj je omotan sitni ocielni lanac, od kog je jedan kraj pričvršćen na

tako zvano vitlo *F*. (Sl. 119.) Kad pero navijemo, to okrećemo ovo vitlo, tako da se na njem omota lanac sa kutije, a tim se i kutija okreće. Nutrnji kraj pera pričvršćen je na uri, a vanjski na stieni kutije, s toga se kretanjem kutije mora i pero naviti. Što će se dogoditi, ako sada pustimo pero? Vanjski njegov kraj spojen je s kutijom, dakle će on nju kretati, tim ona odmotava opet natrag lanac sa vitla, a tim se i samo vitlo kreće. Iz početka pero silno vuče, ono bi jako brzo okretalo vitlo, ali nemože, pošto ga isto hvata na obodu njegova najgornjega, dakle najmanjega kruga. Čim se lanac više odvija, tim je doduše pero sve slabije, ali mu je laglje okretati vitlo, pošto ga hvata na obodu većih krugova. Upravo je to tako, kao što čovjek laglje okreće kolo na zdencu, ako ga uhvati na obodu, nego ako ga primi gdjegod bliže prama sredini. Ovako je na veoma uman način postignuta žudjena svrha. Još ćemo samo spomenuti, da je na dolnjem kraju vitla zubato kolo, koje njegovo kretanje prenaša na druga kolesa, i tako na kazala ure. Naravno je, da i ovakova ura na pero mora imati regulator. Ako je to sobna ura, to se uzimlje u tu svrhu nihalo. Kod žepne ure se toga nemože učiniti, već se je moralo misliti na njekakov drugačiji regulator. Ovaj je već izumio Huygens god. 1674. Pogledamo u našu žepnu uru, to vidimo u njoj jedan kotač i sasma fino ocielno pero u obliku zavojnice, koje se neprestano amo tamo kreće; ovo je taj regulator, koji se zove treptalo sa zavojnicom. (Sl. 120.) Treptalo je kotačić, koji se može kretati oko osovne osi. Nutarnji kraj zavojnice je spojen s tom osju, dočim je vanjski kraj u uri pričvršćen. Pomaknemo li treptalo, to se ova spirala malo stegne, ali pošto je pruživa, to želi opet zadobiti svoj prvanji položaj, s toga će treptalo natrag potegnuti. Pošto se je ono već počelo natrag gibati, neće se odmah zaustaviti, čim spirala stigne svoj prvobitni položaj, već će se dalje gibati i raztezati spiralu. Ova se tomu opire, dok joj nepodje za rukom, da trep-



Sl. 120. Treptalo sa zavojnicom.

talo zaustavi i natrag povuče, pa to se neprestano opetuje. Treptalo se dakle giblje amo tamo oko svojega mirnoga položaja kao i nihalo. Ono ravna takodjer hod ure kao i nihalo, pošto je u spirale isto znamenito svojstvo, kao i kod nihala, da treba za svako gibanje isto vrieme. Sada treba još stvar urediti tako, da opisani regulator svojim gibanjem amo tamo čas zaustavi, čas pusti kolesje ure. Kod ure sa vretencem su to učinile one dvie pločice, a kod ure sa nihalom ono sidro, koje

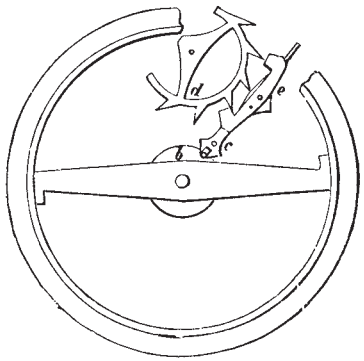


Sl. 121. Zaustava kod ure cilindrice

je s nihalom u savezu. Kod žepnih ura se to postigava na dva razna načina, i po tom razlikujemo ure cilindrice i sidrice.

Da pogledamo najprije kako su cilindrice uredjene. (Sl. 121.) Na osi treptala je šuplji valjak *A* (cilindar, po tom i ime cilindrica), koji je djelomice izrezan, kako to vidimo na slici 121. Uslied gibanja treptala, kreće se taj valjak neprestano simo tamo. U nj zahvaća zubato kolo *B*, koje je s ostalimi kolesi ure u savezu. Valjak čas pusti kroz onaj izrezani otvor zubac toga kola, čas zaustavi, i tako ravna kretanje toga kola dakle i hod ciele ure.

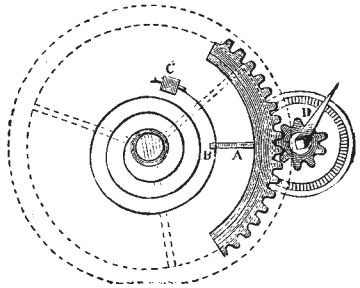
Ure cilindrice su mnogo točnije nego ure sa vretencem, a još točnije su ure sidrice. (Sl. 122.) Ure te su evo ovako uredjene. Na osi treptala je pločica *b*, s kojom se treptalo amo tamo giblje. Na ploči je mali čavlić *c*, koji sidru naličnu viljušku *e* gura sad na jednu, onda opet na protivnu stranu. Tim se i viljuška amo tamo kreće te slično kao kod ure sa nihalom čas zaustavi čas pusti zubac kola *d* na uri i tim je regulacija postignuta. Pitat će mnogi, kako je to, da se ti regulatori neprestano amo tamo giblju, kada ih nitko netjera, pa nam je to još pozornomu čitatelju razložiti. Prividno je samo, da regulatore nitko netjera, jer tjera ih upravo ono kolo, koje oni zaustavljaju. Njegovi zubci su tako uredjeni da daju svaki put, kada ih regulator izpusti, regulatoru opet mali udarac, a ovi udarci giblju regulator. To možemo najlaglje viditi kod ure s nihalom; zaustavimo li nihalo, tako da osovno visi, to će ura stati, hoćemo li da ura ide to treba nihalo samo jedanput malo udariti, dalje već netreba, pošto ona viljuška, koja je s nihalom spojena svaki put kada izpusti jedan zub kola dobije tim zubom mali udarac. Rečeno kolo pako se neprestano kreće, jer ga tjera kako znamo utez ili pero.



Sl. 122. Zaustava kod ure sidrice.

Sve ure neidu jednako, jedna ide nješto brže, druga zaostaje, dapače znamo, da ista ura jedno vrieme odveć brzo ide, onda opet prepolagano. Tomu je poglaviti uzrok toplina, koja razteže kovinske dielove ure. Zato valja naravnati uru, koja dobro neide. Imamo li uru s nihalom, koja odveć polagano ide, to treba samo okruglu ploču na nihalu nešto gore pomaknuti, tim postaje nihalo kraće, te se brže niše, pa će i ura brže ići. Ide li obratno ura prebrzo, to valja ovu ploču spustiti, dakle nihalo produžiti, jer se duže nihalo polaganije

niše. Slično se čini i kod žepnih urah. Kod njih treba spiralu, treptala skratiti, ako hoćemo, da ura brže ide; ako hoćemo, da nam polaganije ide, to ju moramo produžiti. Da to možemo učiniti nalazi se u žepnoj uri posebna sprava, koju nam slika 123. pokazuje i koju možemo lahko na svakoj uri viditi. Mali kotačić *D* možemo pomaknuti posebnim kazalom, a tim se pomakne i komad zubatoga kola, koje na slici vidimo i prutić *A* na tom kolu. Ovaj prutić ima zarez, kojim prolazi spirala; čim ovaj prutić dalje pomaknemo od točke *C*, u kojoj je spirala na uri pričvršćena, tim veći je komad spirale, koji se nemože gibati, tim je dakle kraći gibivi komad spirale. To je svejedno, kao da smo kod *B* komad spirale *BC* odrezali. Pomaknemo li kazalo na drugu stranu, to će se dogoditi upravo protivno, gibivi komad spirale će se produžiti. Da znamo, na koju stranu imamo kazalo pomaknuti, to je sa jedne strane toga kazala slovo *A*, što znači Avance ili naprvo, a s druge strane *R*, što znači Retard ili natrag.

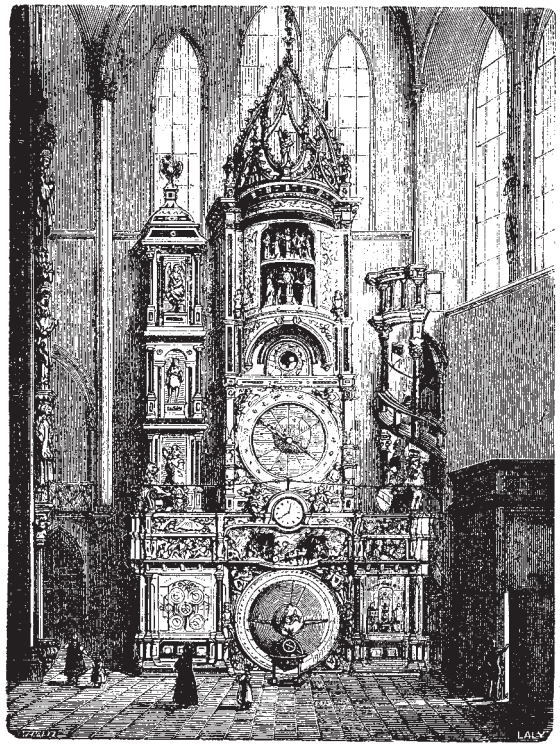


Sl. 123. Sprava za reguliranje hoda ure.

Pošto smo ovako opisali dielove u uri, neka nam bude dozvoljeno još jedan put u kratko cieli njezin ustroj kazati. Kod ure razlikujemo tri diela: prvo je uteg ili pero, koje tjera uru, drugo je cieli niz zubatih kotačića, od kojih jedan zahvaća zubci u drugi, tako da su svi u savezu, te ako se jedan kreće, moraju se i svi ostali kretati, i to svaki drugom brzinom. Ove razne brzine se lahko postignu, ako se na kotačih napravi različit broj zubaca. Na osih ovih kolesa stoje kazala od ure, tako da se s njimi zajedno kreću.

Treća glavna čest na uri je regulator. On je napravljen kao nihalo ili pako kao treptalo sa spiralom. S regulatorom je spojena tako zvana zaustava, koja zaustavlja kretanje kolesa ure. Najstarija vrst zaustave je vretence. Kod ura sa ni-

halom služi u tu svrhu već spomenuta viljuška. Kod žepnih ura je zaustava sa valjkom ili sa sidarcem. Napokon moramo još spomenuti, da najfinije i najtočnije ure naime chronometri imaju posebnu zaustavu, koja se razlikuje od zaustava kod navedenih ura.



Sl. 124. Ura u strassburžkoj katedrali.

Sobne ure su obično tako uredjene, da zvone sate. Kod takovih ura vidimo dva utega, jerbo imaju za zvonjenje poseban sustav kolesa, koje tjera poseban uteg. Ova kolesa giblju batić, koji onda udara po zvoncu, koji je na uri. Ima ura jako kompliciranih, koje nepokazuju samo sate, već i dane, mjesece

i godine, dapače ima ura, koje označuju sasma točno kretanje velikih planeta, mjeseca, zatim pomrčine sunca i mjeseca itd. Remek djelo ovakove vrsti je ura stolne crkve u Strassburgu, a napravio ju je god. 1842. glasoviti urar Schwilgué. (Sl. 124.) U francuzko-njemačkom ratu god. 1870.-71. bi ta ura znatno oštećena prigodom bombardiranja grada Strassburga i nije se jošte našao umjetnik, koji bi ju popravio.

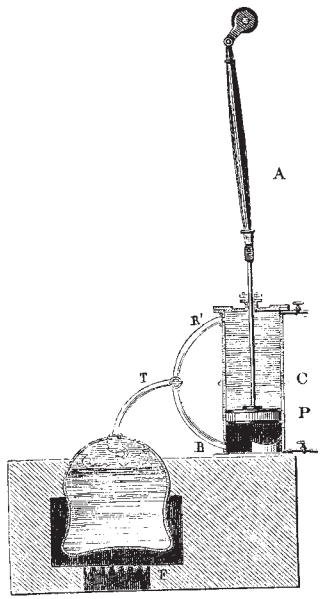
Jedan od prvih urara bio je Brégnet, rodjen u Švicarskoj god. 1747. Ovomu naloži Napoleon I., da mu napravi žepnu uru, koja ide, a da se nemora navijati. Brégnet rieši ovu težku zadaću. Njegova ura već ide od god. 1804. i ići će valjda tako dugo, dok joj se kotačići neiztroše. Ova ura ima posebni ustroj, tako da kada ju u žepu nosimo i hodamo, ona uslied trzaja, koje tim dobiva, sama svoje pero navije.

Parostroj.

Pogled u tvornicu. — Vodena para i njezina sila. — Newcomenov parostroj. — Watt i njegov parostroj. — Parostroj sa kondensatorom ili parostroj sa nizkim tlakom. — Parostroj bez kondensatora ili parostroj sa visokim tlakom. — Woolf. — Parostroj sa ekspansijom. — Dodatak: Strojevi tjerani ugrijanim zrakom i strojevi tjerani praskavim plinom.

Silna je to buka u velikoj tvornici. Kotači se vrte i zuje, pile zveče, silni batovi udaraju užasnom tutnjavom po željeznih nakovalih. Ništa nemiruje, sve leti i zuji; čovjek bi pomislio oglušiti ćeš u toj groznoj halabuki. Pa ipak stotine i stotine radinih ljudi uz taj žamor obavlja tako mirno svoj posao, da te i nehotice nješto privlači, da zaviriš u tajinstveni taj život, koji je do danas postao po čovjeka od tolike važnosti. Na prvi mah vidiš, da nisu tu čovječje ruke, da kreću te silne sprave, strojeve i kotače, nego da su te ruke većinom samo zato tude, da primaju već gotov, obavljen posao. Pa gdje je ta sila, koja tolikom snagom kreće te sve kotače? Podjite u drugu sobu, pa ćete viditi stroj, koji ni iz daleka nije tako velik, kao što su svi kotači i kolesa, što ih on u drugoj sobi kreće. Liepo je taj stroj izgladjen, uljem namazan, lahko se na njem giblje željezna motka gore dole, te kreće prilično veliko kolo. Prvi čas pričiniti će nam se nevjerojatno, da zbilja taj maleni stroj sve to giblje, ali naskoro nestati će nam svaka dvojba, jer vidimo, da je sve u tvornici spojeno s tim strojem. Silno remenje ide od njegova kola do drugih kotača, te ih kreće. Jedni kotači imaju na obodu zubce, u koje zahvaćaju zubce drugih kotača, tako da se i ovi kreću. Pa kada sve to promotrimo, izčeznuti će svaka sumnja i mi ćemo biti uvjereni, da upravo ona motka, koja se na stroju tako lahko, tako mirno giblje

gori doli, da ona sve to kreće i giblje. Uz stroj stoji mašinista, pa da nevidi na nami, da smo baš jako začudjeni, reći ćemo mu nješto iz pristojnosti. Mora da je vrlo jak taj vaš stroj? — Nije, gospodine, reći će on, radi samo sa petdeset konjskih sila. — Kako to, kakve su to konjske sile? — E, vrlo jednostavno, stroj nam upravo toliko radi, koliko bi uradilo u isto vrieme petdeset konja. — Kanimo se dalnjih pitanja. Znamo, da u malom onom stroju nije zatvoreno petdeset konja, koji bi posao obavljali. Mi vidimo, da iz stroja suklja vodena para, pa ćemo se i sami domisliti, da u pari leže sve te konjske sile, kojimi se svi kotači okreću i giblju. Paru, koja dolazi iz kotla, puna vode a ugrijana vatrom *F*, kroz cievi *TR* i *TR'*, zatvoriše u šupalj valjak *C* (sl. 125.), pa ona pred sobom užasnom silom tjera čep *P*. Na tom čepu je željezna motka *A*, pa kada se čep pomiče, onda se i motka giblje. Dà, vodena para je taj orijaš, koji giblje naše strojeve, te tjera željeznice i parobrode, razbija i mrvi silnimi batovi rude, kuje kovine, kreće kolesa parnih mlinova i pravi stotinu drugih težkih poslova. Kako to čini vodena para, viditi ćemo odmah. Pristavimo li k vatri posudu punu vode, to će se voda početi ugrijati. Na skoro ćemo viditi, kako se prave na dnu posude mjehurići, pa se dižu gore i razplinu u zraku. Ovi mjehurići nisu ništa drugo nego vodena para. Čim dulje posudu grijemo, tim će postati voda toplija i tim će se više mjehurića praviti i dizati. Napokon će se oni stati tako silno i naglo razvijati i dizati, da će se uzburkati sva voda, a mi velimo, da voda vrije ili kipi. Kipuća voda



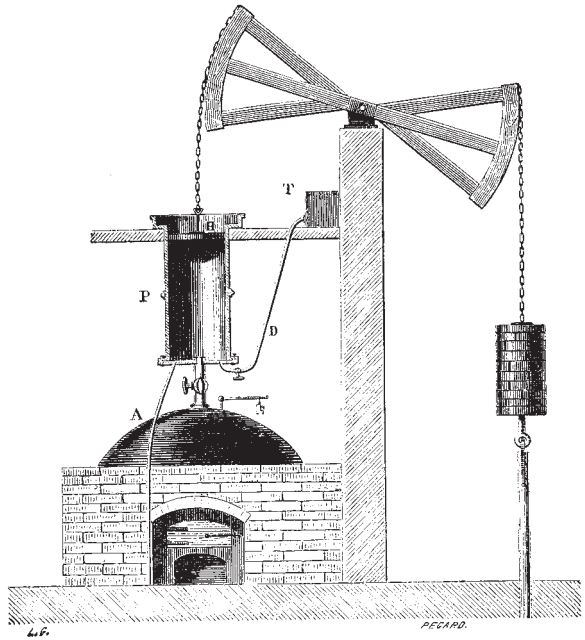
Sl. 125. Glavno načelo parostroja.

ima temperatura od 100 stupnjeva Celsiusa. Jače vodu ugrijati nemožemo, jer čim ju više grijemo, to će se ona samo brže izparivati, ali neće toplija postajati. Kada je posuda otvorena, to se para izgubi u zraku, a vode u posudi sve manje biva. Jako bi opasno bilo u dobro zatvorenoj posudi grijati vodu, jer ako i voda ima prostora u toj posudi, to ga para, koja se grijanjem razvija, neima. Para treba 1700 puta toliko prostora kao voda, iz koje se je razvila. Ako dakle u zatvorenoj posudi grijemo vodu, to će se sve više pare razvijati, a pošto para neima prostora u posudi, to će ona sve jače pritiskati na stiene posude, te će se napokon osloboditi svoga zatvora i razbiti silnim praskom posudu, ma bile njene stiene kako mu drago debele.

Kazali smo, da vodena para izpunjuje 1700 puta toliki prostor kao voda, iz koje je nastala. Ako jedan kubički centimetar vode sasvim pretvorimo u paru, to bi trebali za nju posudu od 1700 kubičnih centimetara. Toliko prostora treba para samo dok ima 100 stup. C. topline. Ako paru ohladimo, to će se ona sgustiti i pretvoriti opet u vodu. U cieloj našoj velikoj posudi neće ostati ništa drugo nego 1 kub. centimetar vode, jer zrak nemože u nju doći, pošto je dobro zatvorena. Dok je para topla bila, bijaše posuda sva napunjena vodenom parom. Kao što svakamo, tako pritište zrak i na tu posudu. U njoj neima zraka, koj bi taj pritisak odvraćao, s toga se može dogoditi, ako posuda neima debelih stiena, da ju ovaj jednostrani pritisak zraka razbije.

Vidimo, da se s parom nije dobro šaliti. Ako grijemo vodu u zatvorenoj posudi, onda ona sili na polje, a ako opet zatvorenu paru ohladjujemo, onda pritišće zrak na posudu, pa se može u jednom i u drugom slučaju posuda razbiti. Kada ljudi upoznaše ovu silu pare, pomisliše na to, kako bi ju upotrebili, da obavlja poslove, kojim nedotiče ljudska snaga, pa u tu svrhu sastaviše oni parostroje. Prvi parostroj napravi Denis Papin i poslije god. 1705. Thomas Newcomen. Na našoj slici (sl. 126.) vidimo Newcomenov parostroj, kojim su u englezkih rudokopnicih di-

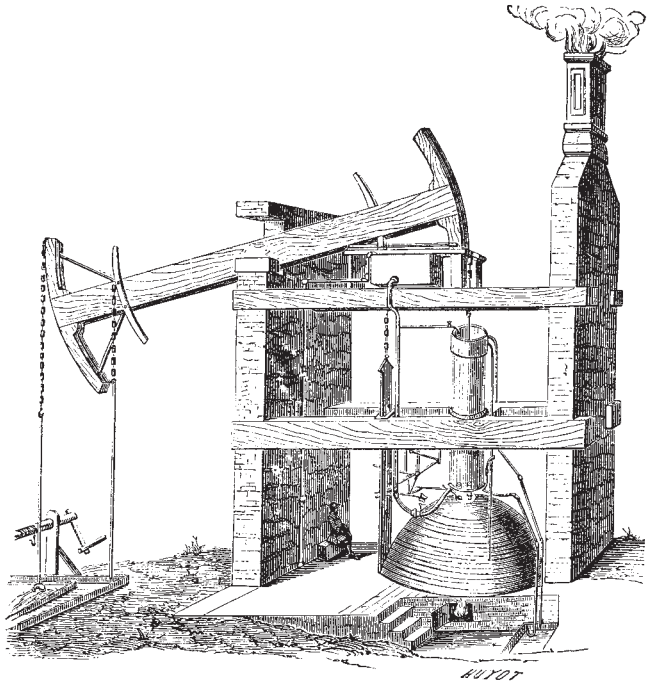
zali vodu iz dubljine. Glavni dio te sprave je valjak *P*, u kojem je čep *H*. Čep zatvara sasvim valjak, ali se ipak može u njem gore dole gibati. Pod valjkom je parni kotao *A*, u kojem se voda grije. Pare, koje se tom prigodom razviju, dodju u valjak te tjeraju pred sobom čep, dokle ga nedignu do gornjega kraja valjka. Čep sada nemože opet dole, jer su pod njim pare, koje ga gore pritištu. Hoćemo li da čep opet dole ide, to treba pare



Sl. 126. Newcomenov parostroj.

ohladiti, tako da se one sgustnu u vodu, tim će nastati pod čepom prazan prostor. Sada će zrak, koji izvana na čep pritište, pritisnut ga dole. Newcomen je zbilja svoj parostroj ovako načinio. U posudi *T* bila je hladna voda, koja se je kroz ciev *D* puštala u valjak. Radi toga je uz parostroj uviek morao biti čovjek, koji ga je dvorio. Čim je čep dospio do gornjega kraja valjka, morao je on najprije zato priredjenim pipcem zatvoriti ciev, koja

spaja parni kotao i valjak; onda je otvorio drugi pipac, tako da je hladna voda mogla dospjeti kroz ciev *D* u valjak, zatim je otvorio treću ciev, da ta voda može zajedno s onom, koja je ohladjenjem pare nastala, izteći. Dotle je čep pao do dolnjega kraja valjka; sada je trebalo zatvoriti pipač i ciev, te otvoriti ciev, koja pušta paru iz kotla u valjak.



Sl. 127. Newcomenov parostroj, rabljen u Londonu, za dizanje vode iz Temse, u osamnaestom stoljeću.

Lahko je pomisliti, kako je dosadno bilo nepreštano otvarati i zatvarati ove cievi, a ipak trebalo je kod ovoga posla velike točnosti, da parostroj dobro radi. Pri njekom stroju u Cornwallisu bio je za taj posao njeki dječko Humphrey Potter. Kako je bio živahan, dosadi mu ovaj jednolični posao, te on njekako sveže pipce s polugom stroja na taj način, da si je stroj sam kretao pipce, te tim otvarao i zatvarao cievi.

Tim je taj pametni dječko jako usavršio Newcomenovu spravu, tako da ju od ovoga časa istom pravim strojem nazvati možemo. Čep se tako neprestano giblje u valjku gore dole, a ovo se gibanje onda upotrebi za posao. Na čepu je motka, koja giblje polugu, a poluga opet prut, na kojem je sprava, koja siše vodu iz dubine rudokopja.

Kako je svaki početak težak, vidi se i kod ovog prvog parostroja. Bio je on vrlo neprikladan, tako da se nije mogao za drugo rabiti nego za sisanje vode iz rudokopa, ali već to bijaše velika korist. Na sreću nadje se čovjek, koji je Newcomenov stroj iz temelja preuredio, te ga tako usavršio, da je postao prikladan za svaki drugi posao. Ovaj za cielo čovječanstvo toli zaslužni muž bijaše James Watt. (Sl. 128.) Rodio se on god. 1736. u škotskom gradiću Greesocku. Bio je to sin siromašnih roditelja. U djetinjoj dobi bijaše slabašan, tako da ga roditelji nehtjedoše mučiti učenjem ili kakovim poslom, već ga pustiše, da radi što ga je volja. Najmilija mu zabava bijaše razstavljati svoje igračke. To doduše svako diete i sada još najvoli, ali mali Watt nije bio kao druga djeca, on je doduše igračku razstavio, ali ju je i opet sastavio, dapače se je skoro u tom tako uvježbao, da si je sam nove igračke izmišljao i sastavljao. Teta njegova uviek ga je opominjala, neka se jednom okani tih sitnarija, pa neka nješto pametnijega radi. Tako mu je jednom kazala: „Evo prošao je već cieli sat, a ti nisi ni rieči prosborio, pa što si to cielo vrieme radio? sjedio si kod ognjišta, pa si otvarao i zatvarao onu posudu, u kojoj se čaj pripravlja, onda si nad pare držao tanjirić, pa gledao, kako se je orosio Reci mi, nije li to sve jako ludo, ta čemu to radiš?“ Uboga žena nije slutila, da taj dječarac pravi pokuse, koji će mu pribaviti slavnu i vječnu spomen med ljudi. Nije se Watt ovdje badava igrao parom. U devetnaestoj svojoj godini podje Watt njekomu mehaniku u London. Da onamo dodje, trebao je 12 dana, a težko da je slutio, da će njegovi izumi dotle dovesti, da će ljudi za taj put trebati samo 12 sati. Poslije godine dana ode Watt iz Londona u Glasgow, te do-

*

bije tamo mjesto mehanika na sveučilištu. U sbirci toga sveučilišta bio je model Newcomenova parostroja, koji je služio u tu svrhu, da se djakom kod predavanja pokaže. Taj stroj bio je pokvaren. Wattu, kao mehaniku, bje naloženo, da ga popravi. On to učini na sveobće zadovoljstvo. Nu ako su i sada svi bili strojem zadovoljni, nije to bio s njim zadovoljan

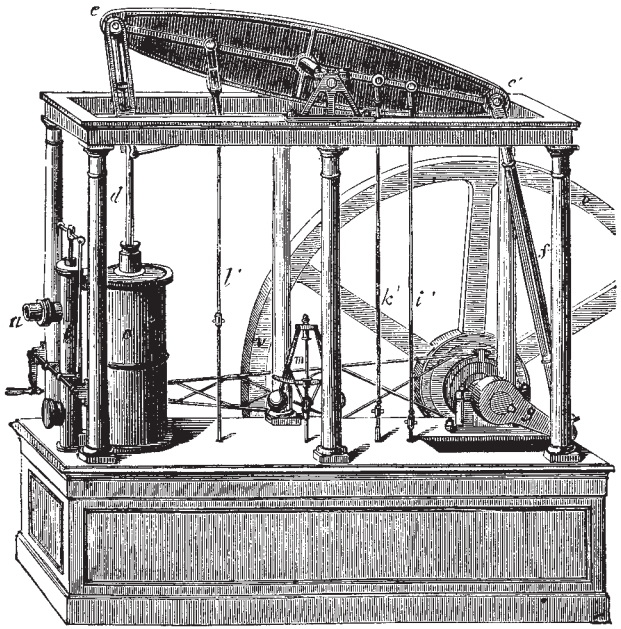
Sl. 128. Kip Jamesa Watta u Westminsterskoj opatiji.

onaj, koji ga je popravio, naime sam Watt. On opazi, da je taj stroj jako nesavršen i mozgaše neprestano o tom, kako bi ga poboljšao, dok napokon nesastavi parostroj poznat pod imenom Wattov stroj. Kada ga poslije upitaše, kako je on to mogao izvesti, odgovori taj čedni i ljubezni izumilac: „neprestanim razmišljanjem.“ On je neprestano razmišljao, kako

bi se Newcomenov stroj dao popraviti. Njegovu oštru oku neizmače glavna pogrieška te sprave. Znamo, da je trebalo u valjak puštati hladne vode, da se para sgusti ili kondensira, tako da pod čepom nastane prazan prostor. To se Newcomenovim načinom nije nikada moglo podpunoma postići. Uviek je pod čepom ostalo dosta pare, koja se nije sgustila. Ova preostala para tlačila je gore, doduše slabo, ali je to ipak smetalo, jer je slabilo silu stroja. Još više se je pako slabio stroj tim, što se je novo iz kotla došavša para djelomice sgustila došav u dodir s ohladjenim valjkom i čepom, i to prije nego je svoj posao učinila. Da se ovim manam Newcomenova stroja doskoči, dodao mu je Watt posebnu spravu, tako zvano: sgustilo ili kondensator, u koji je vodio vodenu paru iz valjka, te ju je ovdje istom sgustio pomoćju hladne vode. Ovim svojim izumom je parostroj na toliko poboljšao, da je za isti posao trebalo samo četvrtinu ugljena za gorivo nego prije.

Vidili smo, da je kod Newcomenova stroja motka bila pričvršćena na polugi. Tim je nastalo prilično nepravilno gibanje, osobito u onih trenutcih, kada je motka došla na najviše i najniže mjesto, dakle kada se je mienjao smjer njezinoga gibanja. Watt je uredio stvar tako, da je motka gibala veliko željezno kolo, nazvano kolo zamašnjak, koje svojom uztrajnošću stroj pravilno tjera bez ikakovih udara. Ali ni sada jošte nije stroj sasma pravilno išao. Kada je pod kotlom jače gorilo, razvilo se je više pare i stroj je brže išao, i obratno, čim je manja bivala vatra pod kotlom, tim se je manje pare razvilo, tim je stroj polaganije išao. I tomu nadje Watt liek. U ciev, koja vodi paru iz parnoga kotla u valjak, namjestio je zaklopac, kojim se je ta ciev mogla djelomice ili sasvim zatvoriti. Jedan radnik je uviek morao paziti na stroj. Kada je odveć pare iz kotla prelazilo u valjak, zatvorio je djelomice ciev; kada je stroj popustio, otvorio bi ju opet. Skoro uvidi Watt, da nije dosta sigurno pouzdati se u radnika, jerbo ako je ovaj malo nepazljiv bio, mogao je cieli stroj pokvariti. S toga on pomisli urediti zaklopac tako, da si stroj sam

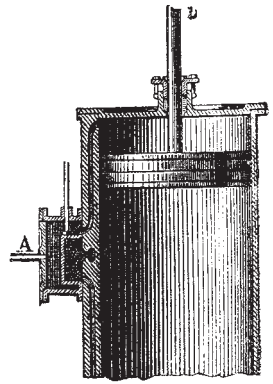
ravna prilaz pare. Ovu misao je Watt krasno izveo. Na zaklopac je pričvrstio polugu, koja je bila spojena sa regulatorom, koji je sam otvarao i zatvarao zaklopac. Ovaj regulator osniva se na sredobježnoj ili centrifugalnoj sili, te se s toga zove centrifugalni regulator *m* (sl. 129.). Na okomitom vretenu, koje kreće sam parostroj, su dva gibivo učvršćena ramena od kovi, a na svakomu je težka kovna kruglja. Čim se vre-



Sl. 129. Wattov parostroj sa kondensatorom.

teno brže kreće, tim se uslied sredobježne sile više dignu obie kruglje i ramena. Kada stroj stoji, dakle i vreteno miruje, onda vise kruglje sasma doli. Kada kruglje dole vise, onda se digne zaklopac od cievi. Čim se stanu kruglje više dizati, odmah počme zaklopac sve više zatvarati ciev. Ako je ciev odveć zatvorena, onda stane stroj polaganije ići. Kada stroj polaganije ide, onda se i vreteno na regulatoru laganije okreće, pa se kruglje

onda spuštaju dole, a poklopac se bolje otvori, tako da onda para bolje u ciev ulaziti može. I tako si para sama sebi zatvara i otvara put, i stroj se onda uviek jednakom brzinom kreće. Kod Newcomenove sprave tjerala je, kako znamo, para čep samo gore, dole ga je tjerao samo pritisak zraka. Watt i to preustroji, tako da je posebnim ventilom (poklopcem) vodio paru kroz ciev *a* (Sl. 129.) u valjak *c*, i to jedan put nad čep, a drugi put pod čep tako, da ga je para sama tjerala gore i dole. Kod ovakova parostroja mora dakako valjak biti s obie strane zatvoren, samo je na gornjem kraju valjka tolik otvor, da se motka *d* može u njem gibati i prenašati gibanje na balancir *ee'*; ovaj okreće polugami *f* i *g* kotač *v*; *l k* i *i* imadu dovadjati hladnu vodu u kondensator i u njem paru sgušćivati. Slika 130. predočuje nam prorez parnoga valjka. Kod *A* ulazi para i prolazi uzkom cievi jedan put gore nad čep, a drugi put dole pod čep.

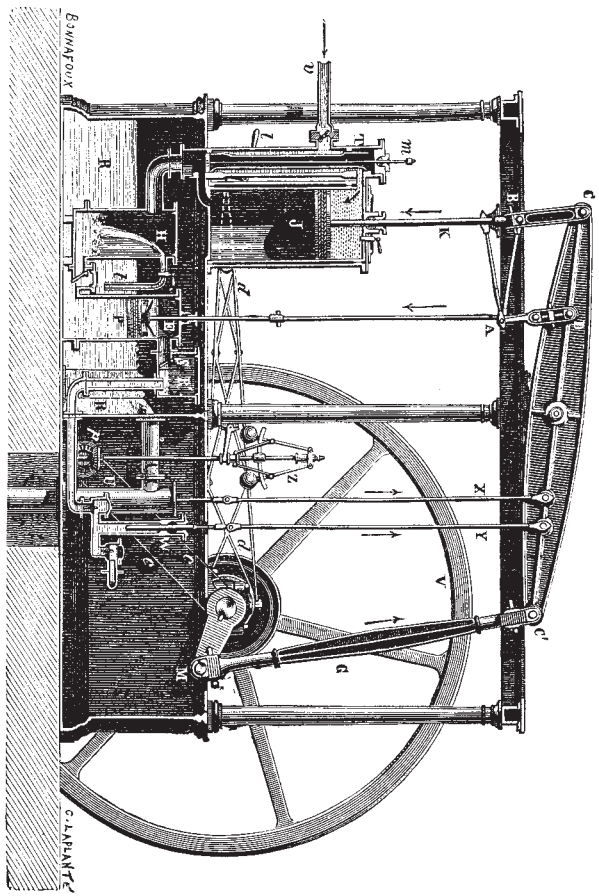


Sl. 130. Prorez parnoga valjka sa čepom.

Vidimo, da je Watt sve dielove Newcomenova stroja preuredio, tako da njegova krasna i savršena sprava, poznata pod imenom Wattov stroj, niti najmanje nenaliči onoj, od koje je nastala. Mnogo se je Watt borio i mnogo je trpio, dok je to izveo, ali je bio ujedno tako sretan, kao riedko koji izumitelj, da je sam još vidio veličanstven uspjeh svoga izuma. Umro je god. 1819. u 83. god. svoga života na svom dvorcu Heathfieldu kod Birminghama, kamo se je bio u svoje stare dane zaklonio, da odpočine od svoga velikoga posla. Njegovi suvremenici nisu ga štovali samo kao učenjaka, već i kao najljubeznijega čovjeka svoje dobe, tako da najglasovitiji muževi smatrahu srećom, kada su mogli s njime drugovati, te si tim obćenjem duh jačati i srdce oplemenjivati. Zahvalni englezki narod postavio je njegov kip

u Westminstersku opatiju, u kojoj sakuplja kipove svojih velikana.

Pošto smo ovim ocienili Wattove zasluge, da upoznamo njegovo čedo — Wattov stroj. Mi ga vidimo naslikana na



Sl. 131. Wattov parostroj sa kondensatorom i regulatorom.

Tumač slike 131: **J** *parni valjak*; **K** *motka od čepa*; **CC** *pomični balancir*; **T** *pomicaljka, kojom se izmjenično puša para nad ili pod čep valjka*; **G** *motka, koja je spojena sa* **M** *za okretanje kotača* **V**; **H** *kondensator*; **EF** *sisaljka, koja dižе ugrijanu vodu iz kondenzatora*; **VW** *sisaljka za dovadjanje vode u kotao i motka od iste sisaljke*; **U** *sisaljka, koja dovadja vodu u kadanj* **R**; **Z** *regulator pare*; **dd** *sprava za regulisanje pomicaljke, koja paru u valjak puša.*

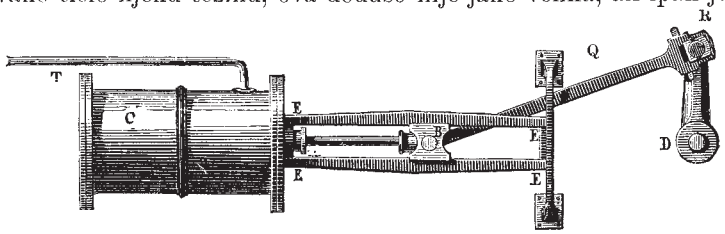
slici 131. *J* je valjak, u kojem se čep giblje. Para dolazi u valjak iz parnoga kotla, koji na ovoj slici nije narisan, kroz ciev *v*. U toj cievi nalazi se zaklopac, koji pomoćju centrifugalnog regulatora *z*, koji smo već prije opisali, ravna prilaz pare iz kotla u valjak. Ciev *v* neulazi neposredno u valjak, već prije toga u četverouglasti prostor, u kojem je ventil, nazvan pomicaljka *m*, koji ima zadaću, da nadošlu paru pusti u valjak jedan put s gornje, a drugi put s dolnje strane čepa. Kako već samo ime kaže, pomiče se ovaj ventil neprestano gore dole. Kada je on gori, kao na našoj slici, onda pušta paru nad čep. Kada čep dodje skoro do dolnjega kraja valjka, pomakne se pomicaljka dole, pa zatvori gornji otvor, a otvori dolnji otvor, koji je dotle bio zatvoren, te pusti kroz njega paru pod čep. Ova para potjera sada čep gore, pa čim on dodje blizu gornjega kraja valjka, pomakne se pomicaljka takodjer gore, tako da pusti paru nad čep, a ova para tjera opet čep doli, i tako se to neprestano opetuje. Nastaje sada pitanje, tko tjera pomicaljku neprestano amo tamo tako pravilno, da upravo u pravi čas pusti paru na pravo mjesto. To čini sam stroj pomoćju njekoliko poluga, koje su posebnim načinom spojene s osju njegova kola zamašnjaka.

Kazali smo, da pomicaljka izmjenice pušta paru nad čep i pod čep. Uzmimo n. pr. da sada para ulazi iznad čepa tako, da ga tjera dole. Svatko lahko uvidja, da se ona para, koja je pod čepom, mora njekamo maknuti, jer bi inače priečila čep, da nebi mogao dole ići. Ova para odlazi posebnim otvorom u ciev, koja ju vodi u spravu *H*, koja se zove sgustilo ili kondensator. Do kondensatora dovadja sisaljka hladnu vodu, pa se u njem voda sa parom sastaje. Hladna voda sgusti paru i pretvori ju u vodu, ali se pri tom voda sama ugrije, pa se zato mora drugom sisaljkom izsisati iz kondensatora. Da ta ugrijana voda neode u štetu, odvadja se ona u parni kotao, a tim se mnogo ugljena prištedi.

Kako smo dakle vidili, to tjera para svojim tlakom čep sad na jednu sad na drugu stranu. Na čepu je učvršćena motka, pa se sa čepom onda i motka giblje. Motka opet prenaša svoje gibanje polugom na veliko zamašno kolo. Ako želimo sada, da nam pa rostroj tjera koji drugi stroj, to valja samo remenjem zamašnjak

spojiti sa dotičnim strojem. Wattov stroj jest parostroj s kondensatorom ili sgustilom, t. j. spravom u kojoj se izlazeća para pretvara u vodu. Ali ima parostroja, gdje se para neide sgušćivati, nego gdje se ona, čim obavi posao, izpušća u zrak. (Sl. 132.)

Govoreć o parostrojih bez kondensatora, često ćemo čuti, da ovakov parostroj radi sa 2, 3 i više atmosfera. Možda neće komu jasno biti, što to znači, s toga ćemo nastojati protumačiti si taj izraz. Naša zemlja je okružena vrstom zraka, koju zovemo njezinom atmosferom. U kakovom je to savezu sa parostrojem? pitat će mnogi. Samo malo uztrpljivosti, pa ćemo to odmah saznati. Zrak, koji okružuje našu zemlju, ima kao svako tielo njeku težinu, ova doduše nije jako velika, ali ipak ju

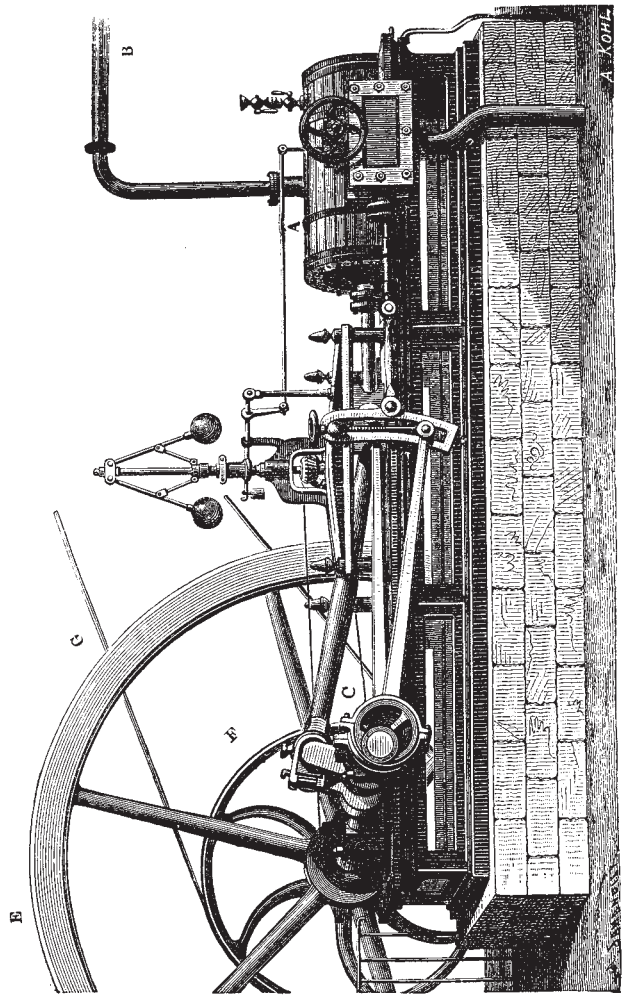


Sl. 132. Parostroj bez kondensatora, gdje para izlazi na ciev *T*.

C je položen parni valjak; **T** *je ciev, kroz koju izlazi para poslije dovršena posla: motka* **A** *od valjka prenaša preko članka* **B** *gibanje na* **Q** *i onda preko* **R** *na* **D**, *gdje se onda kotač okreće.*

možemo lahko opaziti. Mjerimo li n. pr. na ćutljivoj vagi balón od tanka stakla napunjen zrakom, pa izvucimo zrak iz balona, te ga opet izmjerimo, to ćemo opaziti, da je sada balon nješto laglji. Ovaj pokus spomenusmo samo zato, da čitatelj uvidi, da zrak ima zbilja njeku težinu. Pomislimo si sada ovu debelu vrstu zraka, koja okružuje našu zemlju, ona mora imati već priličnu težinu, dakle mora tlačiti na površje zemlje slično kao što tlači komad olova na stol, na koji ga položimo. Ljudi točno izmjeriše tlak zraka na površje zemlje, te nadjoše, da jedan četvorni centimetar površine tlači zrak isto tako, kao što bi nanj tlačio uteg od jednoga kilograma (točno 1·033 kilograma) Ovaj tlak zovemo tlakom j e d n e a t m o s f e r e. Kada dakle kažemo, da njeki parostroj radi tlakom od četiri atmosfere na

primjer, to razumjevamo pod tim, da para tlači na svaki centimetar površine čepa u parnom valjku tlakom od četiri kilo-



Sl. 133. Parostroj bez kondensatora sa položenim parnim valjkom.

grama. Kod parostroja bez kondensatora mora tlak pare na čep svakako biti veći od jedne atmosfere, jerbo treba da nadvlada toliki tlak zraka, koji se s protivne strane opire tomu,

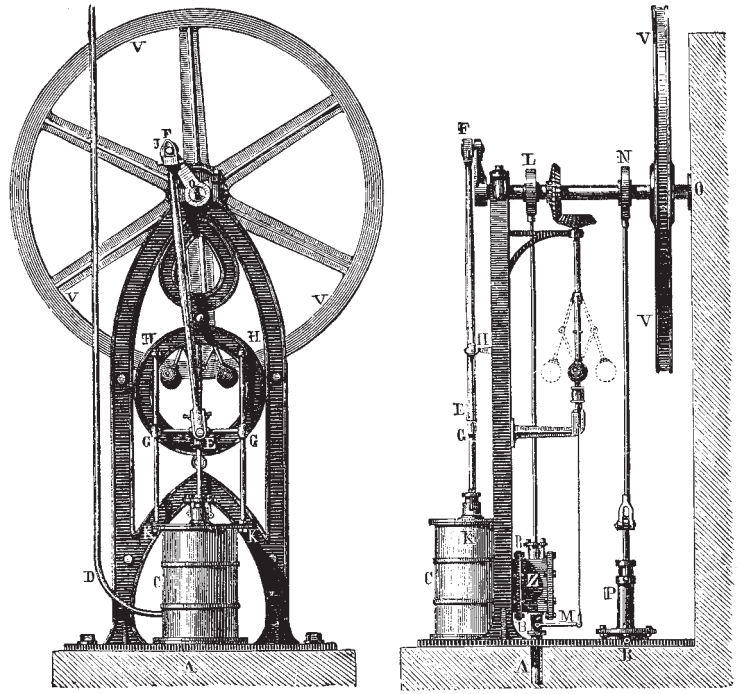
da para čep giblje. Ako je tlak pare jednak dviema atmosferama, to ovakov parostroj u istinu radi samo jednom, jerbo se jedna potroši samo u tu svrhu, da nadvlada tlak zraka s druge strane čepa. Sasma drugačije je kod strojeva sa kondensatorom, ovdje s druge strane čepa neima nikakva pritiska, pošto se ondje pare ohlade i pretvore u vodu, tako da nastane prazan prostor. Sada je lahko pari s druge strane gibati čep u taj prostor, pošto joj se ovdje ništa neopire. Kod toga stroja netreba da bude tlak pare veći od jedne atmosfere, dapače može i manji biti. Iz toga razloga nazvaše parostroje sa kondensatorom takodjer parostroji sa nizkim tlakom, dočim obratno ove bez kondensatora nazvaše parostroji sa visokim tlakom.

Kod strojeva sa visokim tlakom treba paru mnogo jače grijati, da ona dobije veću napetost, jer ona mora, kako već rekosmo, tjerati ne samo čep, nego i paru, koja je iza čepa. Radi toga treba kod tih strojeva jače ložiti, pa zato oni rade skuplje nego parostroji s kondensatorom. Takve parostroje uzimlju samo ondje, gdje se mora na prostor gledati, da nam stroj što manji bude, pa čine to n. pr. kod željezničkih parostroja. — Dodati nam je historičku primjetbu, da je parostroje bez kondensatora izumio Tresithick god. 1802., i da ga odmah zatim uvedoše u praktičnu porabu. Takav parostroj pokazuje nam slika 132. Kroz ciev *T* izlazi para napolje, poslije kako je svoj posao već obavila.

Na sliedećoj slici (sl. 133.) vidimo cieli ovakov parostroj. Uredjen je on u glavnom upravo onako kao Wattov stroj ili parostroj s kondensatorom. *A* je valjak, u kojem se čep giblje. *B* je ciev, kojom para izlazi iz valjka. Motkom *C* giblje se zamašno kolo *E*. Na osi toga kola je manje kolo *F*, koje se može remenom *G* spojiti s kotači stroja, koji želimo gibati. Kod ovoga stroja ima valjak vodoravan položaj, dočim nam sliedeća slika (sl. 134. i 135.) prikazuje od spreda i sa strane parostroj, komu valjak okomito stoji. Netreba spominjati, da su oba stroja jednako uredjena.

Kod parostroja sa visokim tlakom do skora opaziše ljudi, da para, koja izidje u zrak, nije jošte izcrpila cielu svoju snagu,

već da bi se ona i dalje mogla raztezati, te ako je n. pr. iz početka radila sa 3—4 atmosfere, da bi sada još mogla raditi sa 1—2 atmosfere. Arthur Woolf postavi s toga uz parni valjak za visoki tlak još jedan širji valjak za nizki tlak. Mjesto da

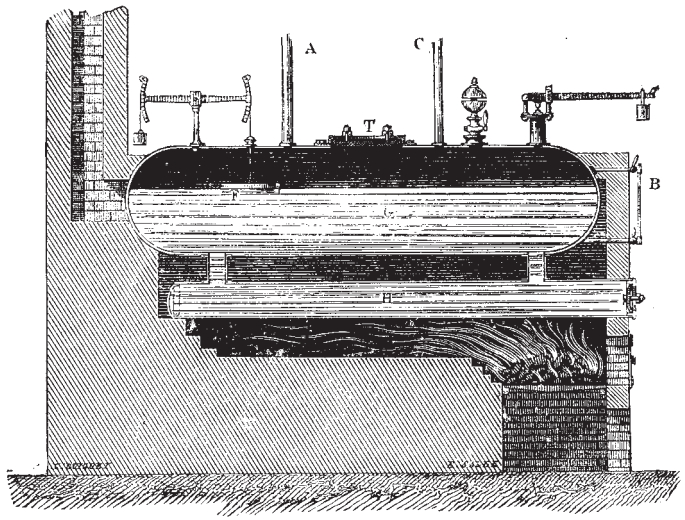


Sl. 134. i 135. Parostroj sa izpravljenim parnim valjkom; sa pročelja i sa strane.

A *je ciev za dovaljanje pare;* **C** *parni valjak;* **B Z** *sakupljalo pare i pomicalјka;* **G H K** *motke za pomicanje;* **E F I O** *prenašaju gibanje na kolo* **V V'**; **P** *je sisaljka za dovadjanje vode;* **D** *ciev za izpuščanje pare.*

paru, koja je u prvom valjku obavila svoj posao, pusti jednostavno u zrak, odvede on nju u drugi valjak. Ovdje je ona pomakla čep, a onda ju je istom pustio u kondensator. Tim se dakako prištedi mnogo ugljena, a to je kod parostroja važna stvar. Ovakov parostroj bi nazvan parostrojem sa ekspansijom,

što znači toliko, da je to parostroj, kod kojega se para još dalje širi. U novije doba urediše parostroje sa ekspansijom, kod kojih je suvišan onaj drugi valjak. Mjesto da se para pušta u parni valjak sve dotle, dok natjera čep do kraja valjka, pusti se samo toliko, da n. pr. dotjera čep do polovice valjka, a onda joj se dalnji pristup zatvori. Ovo pare, što je pod čep ušlo, stane se širiti, pa tjerati čep dalje do kraja valjka. Sada je para izgubila svu svoju snagu, te se vodi u kondensator, da se tamo sgusti u

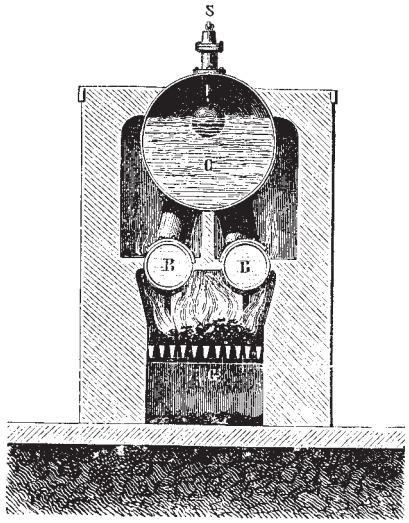


Sl. 136. Parni kotao; po duljini prorezan.

vodu. Parostroji sa ekspansijom znače zbilja velik napredak u razvitku parostroja, jerbo se njimi do kraja upotrebi sila pare, tako da se ništa neizgubi od te nam toli dragociene snage.

Nuždno je, da točnije promotrimo parni kotao, kao veoma važan dio parostroja, i da se obazremo, kakav on mora da bude, da odgovara svojoj svrsi, t. j. da razvija čim više pare, a da se uz to zaprieči velika pogibelj, koja je tim skopčana. Može se naime lahko dogoditi, da tlak pare naraste toliko, da nadvlada željezne stiene parnoga kotla, te ga silnom eksplosijom

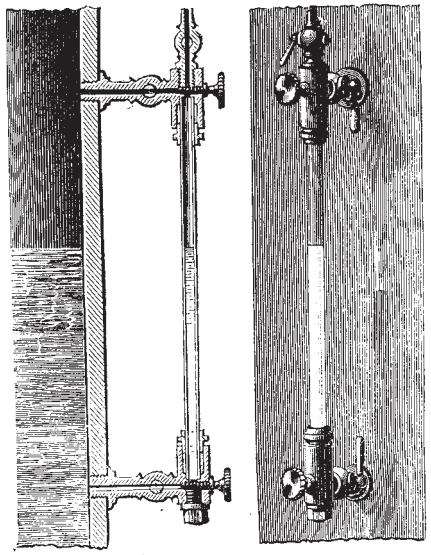
razbije. Stiene parnoga kotla su iz jakoga željeznoga lima. Njegov oblik se je mnogo mienjao. Watt je za svoj stroj bez kondensatora rabio kotao u obliku četverouglaste škrinje, kojoj je dno i pokrovac bio zaobljen prema gore, dočim su pobočne plohe bile zaobljene prama nutra. Tako je mogao plamen sa tri strane lizati kotao, s dolnje i srednjih pobočnih strana. Ovo je bilo samo dotle dostatno, dok nije trebalo velikoga tlaka pare. Radi toga su kasnije oblik kotla sasvim promjenili. Danas je kotao oblika valjkasta, te je spojen sa dvie široke cievi, koje pod njim leže, kako to vidimo iz naših slika (sl. 136. i 137.). Pod cievima *H* i *G* se loži vatra, tako da ona grije i cievi i kotao, pa se s toga razvije mnogo više pare, nego bi se razvilo, da neima cievi uz kotao. *C* (sl. 136.) je ciev, kojom izlazi razvijena para iz kotla, te ulazi u parostroj. Kako u kotlu razvijanjem pare postaje uviek manje vode, to se



Sl. 137. Parni kotao; poprieko prorezan.
G *ognjište;* BB *valjci od kotla;* C *glavni trup od kotla;* S *zaklopac za sigurnost.*

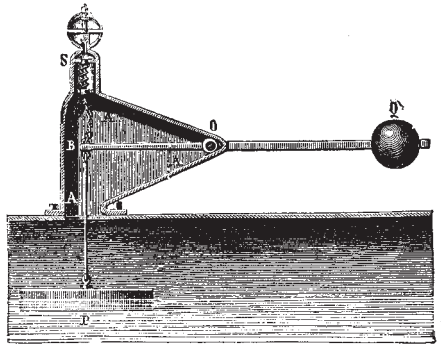
mora voda uviek nadomještivati, a zato je napravljena ciev *A*, kroz koju nova voda u kotao dolazi. Da se zna, koliko je vode u kotlu, a to je vrlo važno, stoji na kotlu posebna staklena ciev *B*, koja je sa kotlom u savezu, tako da voda upravo tako visoko stoji u cievi, koliko i u kotlu (*F*). (Sl. 138.) Treba dakle samo dobro paziti na visinu vode u cievi. Da se ipak uslied nepozornosti nebi dogodila kakova nesreća, nalazi se na parnom kotlu još jedna sprava, koja sama javlja, kada je u kotlu premalo vode. (Sl. 139.) Na gornjoj stieni kotla je

trouglast prostor AAA, a na njem otvor S, koji je zatvoren malim čepom, koji pritište perce. Na tom čepu visi na lančiću ploča P, koja pliva na vodi u kotlu. Kada se voda u kotlu snizi, padne niže i ploča, koja na vodi pliva; ako se je preveć snizila, to lančić BS potegne čep, te otvori pari izlaz. Izlazeća para udara o malo zvonce, koje je nad otvorom, i tim daje glas, koji upozoruje ljude, da ima premalo vode u kotlu. Kruglja Q ima tu svrhu, da drži u ravnotežju ploču P.



Sl. 138. Staklena ciev na kotlu, na kojoj se ima viditi visina vode u kotlu.

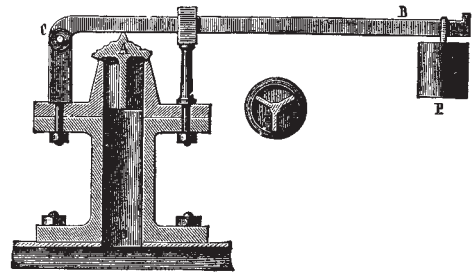
Opisane dvie sprave čuvaju kotao od pogibelji, da se nebi voda u kotlu odveć presušila, jer bi se on uslied silne vatre, koja pod njim gori morao razpuknuti. Još jedna velika pogibelj može nastati za kotao. Ako se razvije odviše pare u kotlu, to one mogu kotao raztrgati. Da se to nedogodi, služi tako zvana čuvarka, koju napose vidimo na našoj slici (sl. 140.) Ona sastoji od kovnoga čepa A, koji zatvara parni kotao.



Sl. 139. Zvonilo na parnom kotlu.

Na polugi BC visi uteg P, koji pritište na čep, tako da on dobro zatvara parni kotao. Kada je tlak pare unutar kotla već tako velik, da mu skoro nebi mogle odoljeti stiene kotla, podigne para sama čep zajedno s čuvarkom, te si tako otvori put, kojim izlazi tako dugo, dok tlak na toliko nepopusti, da neima više pogibelji za kotao. Sada se čep opet spusti na otvor, te ga zatvori, tako da para nemože dalje izlaziti. D je ciev, koja posreduje savez sa parnim kotlom.

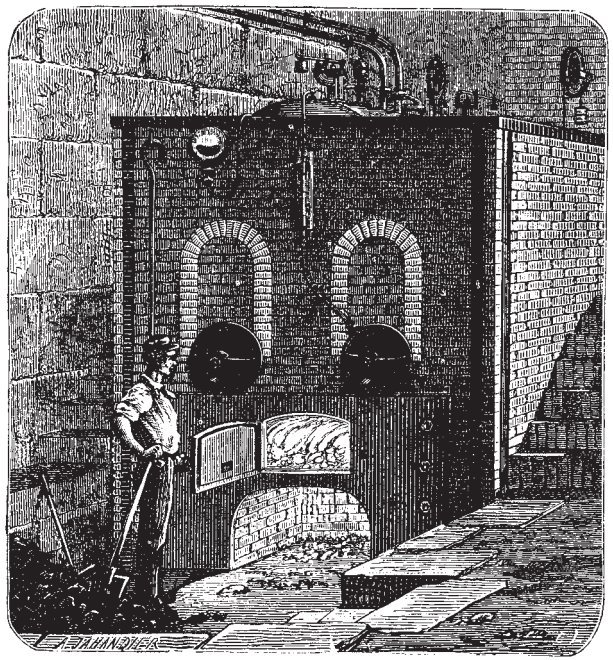
Netreba spominjati, da ni čuvarka nemože očuvati parni kotao od svake pogibelji. Eksplosije parnoga kotla sbivaju se ponajviše uslied toga, što razpukne kora, koja se na dnu kotla napravi iz rudnih sastavina vode. Pukne li ta kora, to onda dodje voda neposredno na silno užarenu stienu kotla. Uslied toga se tako naglo i tako mnogo pare razvije, da se kotao razleti uzprkos čuvarki. Zato treba kod parostroja neprestana pozornost. Na sve valja paziti, nećemo li da se dogodi silna nesreća. Nije to šala, kada se slabašan čovjek nametne gospodarom silnom orijašu, kao što je para. (Sl. 141.)



Sl. 140. Čuvarka na parnom kotlu.

Za velike poslove neima jeftinije radne snage, nego što je snaga pare. Zato veliki parostroji odgovaraju sasvim svojoj svrsi. Drugačije je kod malenih strojeva. Ovi nisu u istom razmjeru jeftiniji, u kojem su slabiji. Uz to nemože se parni stroj svagdje namjestiti, jerbo je njegova uporaba uviek skopčana s pogibelju, da se dogodi kakova eksplosija. Zato ga nemogu rabiti obrtnici u velikom gradu, koji stanuju u kući punoj ljudstva. A ipak se opaža u njekih obrtih potreba nadomjestiti ljudsku snagu kakovim strojem, koji nebi trebao biti osobito jak; dosta bi bilo, kada bi radio za njekoliko ljudi. Dalje

bi se od toga stroja zahtjevalo, da zauzimlje čim manje prostora, tako da bi se u malenih obrtničkih stanovih mogao namjestiti. Takodjer bi morao biti tako uredjen, da ga možemo rabiti svaki čas bez duge priprave, kakova je potrebna kod parostroja, gdje treba istom vodu jako u parnom kotlu ugrijati, dok parostroj počme raditi. Ako parostrojem radimo prekinuto,



Sl. 141. Vanjsko lice parnih kotlova i peći.

to ćemo svaki put, kada ga pustimo da ohladi, izgubiti vrućine, dakle goriva. I ovo nebi smjelo biti kod ove vrsti strojeva, o kojih sada govorimo, oni bi morali biti tako uredjeni, da možemo bez gubitka prama potrebi radnju početi i kada uztreba opet prekinuti. Ovo nastojaše ljudi postići raznim načinom, te tako sastaviše dvie vrsti strojeva, i to tako zvane

kaloričke strojeve, kod kojih radnju obavlja ugrijan uzduh, te strojeve, kod kojih djeluje praskavi plin.

Prvi, koji je pokušao tjerati stroj ugrijanim zrakom mjesto parom, bio je po svoj prilici njeki John Stirling u Glasgowu, koji je već god. 1827. sastavio takov stroj. Njekoliko godina kasnije, naime god. 1833., napravi sličan stroj švedski mjernik Ericsson. Nijedan od ovih strojeva nije pobudio osobitu pažnju, pošto nisu bili ni onoliko savršeni, kao parni strojevi one dobe. Ericsson neklonu zato duhom, on podje u Ameriku, jer se je nadao, da će se ondje ljudi više zanimati za njegov izum. Obdaren osobito pronicavim umom, radio je Ericsson neumornom radinošću o tom, da usavrši svoj stroj. Proučavao je strpljivo njegove mane, te ga svrši napokon god. 1848. mnogo popravljena i izloži god. 1851. na londonskoj svietskoj izložbi. Sagradjen bi dapače brod „Ericsson“, koga je gibao stroj sa ugrijanim uzduhom. Da se Ericssonov stroj nije osobito praktičnim pokazao, vidimo iz toga, što za godinu dana pretvoriše brod „Ericsson“ u običnu parnjaču. Ni sada još nepopusti Ericsson; bistrim okom uvidi on, da njegov stroj nemože nadomjestiti velike parostroje, ali da će se dati dobro i koristno rabiti mjesto malenih parostroja. Prihvativ ovu dobru misao, uspio je napokon Ericsson.

Nećemo se upustiti u to, da potanko opišemo dosta komplicirano sastavljeni Ericssonov stroj, dosta je da u glavnom spomenemo, kako on djeluje. Imamo valjak i u njem čep, pod koji valja dovesti uzduha, te ga onda ugrijati; ugrijan uzduh se sve više razteže, te će uslied toga sve jače tlačiti na čep, te ga pred sobom pomicati. Francuz Lanbereau popravi Ericssonov stroj u toliko, da je u valjku zrak čas ugrijao čas ohladio. Nješto ga usavrši još i Lehmann. Ali ipak uza sve ove popravke neodgovara do sada stroj tjeran ugrijanim uzduhom zahtjevom današnjeg vremena. Bolje uspješe strojevi, što ih tjeraju praskavim plinom. Iz jednog prijašnjeg članka nam je poznato, da mješanjem vodika i kisika dobivamo plin, koji eksplodira silnim praskom, kada ga zapalimo. Vodik se naime i kisik brzo

*

spoje u vodu, te tim spojenjem proizvedu silnu vrućinu. Nastale vodene pare imaju kod te vrućine mnogo veći objam, nego su ga imali plinovi prije nego su se spojili. Pošto se dakle te pare tako naglo raztegnu, to izvadjaju one silan tlak na okolinu. Ako smo upalili smjesu vodika i kisika u zatvorenoj posudi, to će nastale pare raztrgati posudu silnom snagom. Ovu snagu nastojaše upotrebiti ljudi za tjeranje strojeva. Iz prva im neuspješe pokusi, i to poglavito s toga, što ova jaka snaga odveć naglo djeluje, tako da silnim trzanjem naskoro pokvari dielove stroja. Trebalo je dakle nastojati urediti stvar tako, da se vodene pare polaganije raztežu, te svoju snagu nerazviju u jedan hip, već postepeno. Lenoiru u Parizu podje to za rukom tim, što nije u valjak stroja pod čep vodio čisti praskavi plin, već smiesu običnoga uzduha i razsvjetnoga plina.

Znamo, da razsvietni plin sastoji od ugljika i vodika. Zrakom pomješan eksplodira silno, kako nas žalibože naučiše česte nesreće, koje su se dogodile, kada je u kojoj prostoriji izlazio razsvjetni plin, te je tko sa sviećom tamo došao. Lenoir pronadje, da je najbolje uzeti smiesu od 91 do 95 dielova običnoga uzduha i 5—9 dielova razsvjetnoga plina. Kada se ta smiesa zapali pod čepom u valjku Lenoirova stroja, izgori naglo plin, te se tvore, kako je već poznato, vodene pare i plin, poznat pod imenom ugljične kiseline. Sve se ovo uslied vrućine, koja se gorenjem porodi, raztegne, te tlači na čep Lenoirova stroja. Ovaj tlak se neizvede na jedan put, već on raste postepeno, tako da se čep priličnom pravilnošću stane gibati.

Lenoir, koji je tako liepo uredio stroj, tjeran praskavim plinom, bio je iz početka radnik u njekoj tvornici bronca. Poslije se je bavio galvanoplastikom, te je utemeljio zajedno s Gautierom u Parizu veliku galvanoplastičku tvornicu pod imenom: „Societé générale de galvanoplastic“. Materijalni uspjeh toga poduzeća nebijaše sjajan, s toga se baci Lenoir na drugi posao, počme naime praviti elektromagnetičke strojeve. Naskoro uvidi, da je elektromagnetizam odveć skupa stvar za tjeranje strojeva, te napokon popravi na prije opisani način strojeve

tjerane praskavim plinom. Ovaj izum proslavi njegovo ime i pronese ga cielim svietom. Lenoir se sdruži s parižkim tvornikarom strojeva Hypolitom Marinoniem, i već u maju god. 1860. radio je prvi Lenoirov stroj u jednoj parižkoj tvornici i od onda ga počeše sve više i više rabiti. Parostroju neće doduše nikada premac biti već s toga, jerbo skuplje od njega radi, ali će ga ipak nadomješćivati u onih slučajih, gdje ga radi prije navedenih razloga nije prilično rabiti.

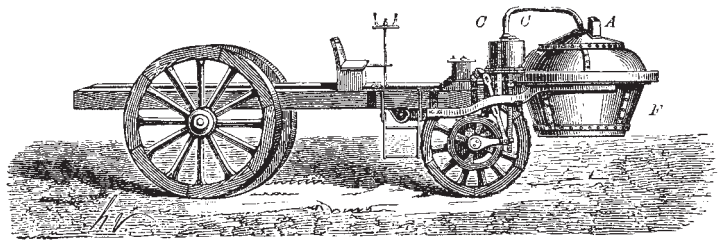
Željeznica.

Važnost željeznica. — Prvi pokusi: Cugnot, Evans, Trevithick i Vivian — Tračnice. — Povjestnički pregled razvitka tračnica — Stephenson i Marc Séguin. — Željeznica Manchester-Liverpool. — Ustroj lokomotive. — Tender. — Gradnja željezničke pruge. — Tuneli. — Prosjeci. — Mostovi i viadukti. — Uredjenje željezničke pruge. — Signali. — Kolodvori. — Statistika.

Ništa nije prouzročilo toliku promjenu u životu čovječanstva kao željeznica. Ako je tko prije 50 godina putovao iz Zagreba u Beč, bilo je to svejedno kao da ide na kraj svieta, a sada treba zato jednu noć i ništa više. Za tri dana možemo biti tamo i natrag, obaviv ondje svoj posao. Željeznica je skratila znatno odaljenosti na zemlji. Put, za koji je prije trebalo nekoliko dana, obavlja se sada za malne isti broj sati. Uslied toga digao se je promet do prije nepoznate visine. Odaljeni krajevi izmienjuju si brzo i lahko svoje proizvode. U zemlji izprepletenoj željezničkimi prugami, nemožemo si niti pomisliti, da bi mogao nastati glad uslied nerodice žita, pošto će u slučaju potrebe željeznice sa svih strana velikom brzinom dopremiti nuždan živež.

Pa kako je ugodno putovati željeznicom, kako je tu skrbljeno za svaku udobnost putnika, osobito na velikih željezničkih prugah, gdje je to i najpotrebitije. Tu ima vagona plinom razsvjetljenih, ima spavaćih kola, gdje čovjek može mirno spavati kao kod kuće, ima dvorana za blagovanje uredjenih bogato i ukusno. Dokle ovdje čitamo, blagujemo i spavamo, nosi nas željeznica po svom gladkom putu, tako da i jedva osjećamo, da se zbilja vozimo.

Mnogo je bilo zaprieka tomu, da se parostroj upotriebi za tjeranje kola. Znamo, da je prvi parostroj, kako ga je izumio Watt, bio parostroj s kondensatorom, t. j. spravom, koja ohladjuje paru, te ju tim pretvara u tekućinu. Ovakov parostroj nije se nikako mogao rabiti u rečenu svrhu, jer bi moralo uviek uz njega biti mnogo hladne vode, koju bi si stroj morao sobom vući. Istom od kada bi iznadjen parostroj bez kondensatora, t. j. onakov, kod kojega se para neohladjuje pomoćju vode, već se jednostavno pušta u zrak, moglo se je misliti na to, da se njim vuku tereti. Druga velika zapreka bile su naše obične ceste. Kako je parostroj sam po sebi težak, nastalo bi na običnoj cesti silno trenje, te bi stroj morao, da nadvlada ovo trenje, potrošiti veći dio svoje snage. Uzprkos tomu po-



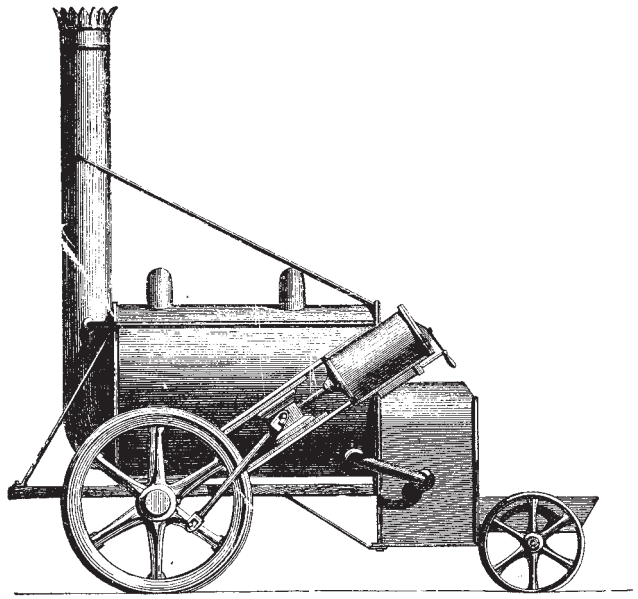
Sl. 142. Parovoz, što ga je napravio Cugnot god. 1770.

kuša god. 1770. mjernik Josip Cugnot, rodjen u Voidu u Lotrinžkoj, da upotrebi parostroj za prevažanje bojnog materijala po običnih cestah. Vriedno je upoznati parna kola, koja je sagradio u tu svrhu Cugnot. (Sl. 142.) Sravnimo li ih sa našimi modernimi lokomotivami, mora nam se čudan viditi ovaj prvi, nespretni pokušaj. *A* je parni kotao, pod kojim gori vatra u ognjištu *F*. Nastala para prolazi cievju u valjke *C* i *C*. U svakom valjku je čep s motkom, koja kreće prednji kotač na kolih., Cugnotov parostroj bio je doduše bez kondensacije, ali je ipak bio tako nesavršen, da se je odmah moglo viditi, da neće odgovarati namienjenoj svrsi. Za punjenje parnoga kotla trebalo bi s Cugnotovimi koli stati svaki četvrt sata Osim toga imala su ta kola još tu mnogo veću manu, da ih.

nije bilo lahko upravljati, a uz to nije bilo moguće po potrebi umanjiti ili povećati snagu stroja. To se je umah pokazalo kod pokusah u arsenalu, kola udariše o zid dvorišta, te ga probiše. Posljedak bijaše taj, da kola spraviše i nitko nepomisli više, da bi ih rabio. Još sada se čuvaju u „Conservatoire des arts et métiers“ u Parizu kao zanimiv podatak povjesti razvitka željeznica. Cugnot dobi za nagradu svoga nastojanja malenu mirovinu, te umre god. 1804.

Nećemo se čuditi, da je prošlo poslije Cugnotova neuspjela pokusa mnogo godina, a da nitko nije nastavio njegov rad. James Watt nastojao je god. 1784. o tom, ali bez pravoga resultata. U Americi pokušao je izvesti to isto god. 1786. Olivier Evans. On je od pensylvanskoga kongresa zahtjevao privilegije na dva izuma, a to bijahu nova vrst mlina i parovoz. Patent za prvi izum dade kongres bez prigovora, no glede drugoga im se pričini stvar malo preveć čudnovata, te njeki počeše sumnjati o zdravoj pameti Evansa. Ovaj se poslije obrati u istoj stvari na kongres države Maryland, gdje mu podieliše poželjeni privilegij, ali uz takove opazke, da Evans nije mogao naći čovjeka, koji bi mu bio posudio novca potrebita za gradnju svoga parovoza. Na to ode on u London, nadajuć se naći ovdje njekoga, koji će mu povjerovati i pružiti potrebiti novac, ali i to bijaše uzaludno. Oko god. 1800. ipak si je sam stekao toliko, da je mogao sagraditi parovoz, kojim se je zbilja vozio kroz ulice grada Filadelfije u Americi. On se je nadao, da će tim uvjeriti ljude o vrstnoći i koristi parovoza, pa je snovao, kako će sagraditi veliku tvornicu parovoza. Ali sve te osnove propadoše, jer nitko se nepouzdavaše u njegov izum, tako da je on i nadalje pravio samo obične parostroje. Toliko dobra ipak donese njegov trud, da se je on od sada počeo baviti sa parostroji bez kondensatora, pošto se ovi jedini, kako već spomenusmo, mogu rabiti za parovoze. U tom poslu znatno je uspio, te tim posredno mnogo koristio izumu željeznice. Dva mehanika u kornwallskih rudnicih uglja, i to Rikard Trevithick i Andrew Vivian dobro upoznaše, koli su

prikladni Evansovi parostroji bez kondensatora za parovoze. Tim potaknuti sastaviše oni parovoz (sl. 143.), kojim neuspješe sasvim, akoprem je bio jako umno sastavljen. Sreća te uvidiše, što je krivo bilo tomu neuspjehu. Obična cesta odveć je hrapava za parovoz, a uz to se ona pod njegovom težinom brzo pokvari, a još je obično i neravna, tako da parovoz nemože po njoj pravilno voziti. Kada je tomu tako, pomisliše oni, to



Sl. 143. Prva lokomotiva od Trevithicka i Viviana.

nećemo rabiti parovoz na običnih cestah, već ćemo ga pokušati uvesti na željeznih tračnicah, koje služe u naših rudnicih, da se na njih vuku kola s ugljenom. To bijaše sretna pomisao, nu prije nego vidimo kakovim je urodila plodom, moramo kazati nješto o tom, kako se je došlo do toga, da se rabe željezne tračnice u rudnicih.

Već najstariji narodi pobrinuli su se, da svoje ceste proide tračnicami, tako da se kotači od običnih kola giblju po

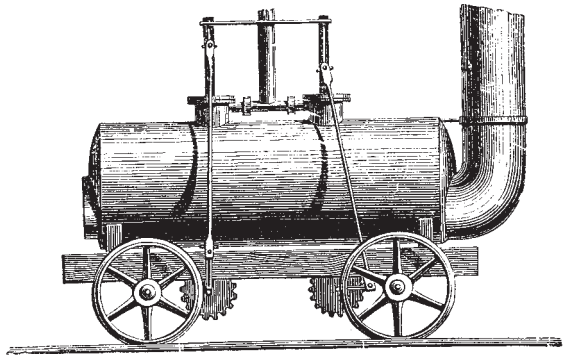
tih tračnicah, da se te tim umanji trenje izmedju kotača i ceste. Da to i moderni narodi odavna već činili nisu, ima se samo pripisati onom nazadku, koji je sliedio iza kulturne epohe starih naroda. Ovaj nazadak je kriv, što su i mnogi drugi liepi izumi propali, tako da ih morade novi viek iznova iznaći.

Stari Indijanci i Egipćani pravili su silne gradnje, tako da se i sada čudimo, kako su mogli sav taj silni kamen, što su trebali, iz velike daljine dovažati. Imali su oni tomu svakako strojeva i sprava, za koje mi mislimo, da su tek kasnije izmišljene. Da učine gladak put za vožnju kamena, postavljali su oni velike iztesane kamene kocke jednu do druge, i stvorili su time kameni put, u koji su si vremenom kotači od kola sami izglodali žlieb, te tako stvorili prave kolotečine. U ruševinah Baalbeka i Palmire nalazimo još sada takvih tragova, a stari nam pisci pripoviedaju, da su takove ceste i pustarami prolazile. Stari Rimljani su imali sličnih cesta, a propašću njihovoga carstva propadoše i ceste. U novije doba pravili bi u rudnicih u Harcu slične puteve od drva. Postavljali bi gredu do grede, pa bi tako stvorili put, na kom su onda lahko prevažali ugljen iz svojih rudnika. Na ovakovom putu mogao je konj vući četiri puta veći teret nego na običnoj cesti. Englezka kraljica Elizabeta, koja je vladala prije 300 godina, pozvala je njemačke rudare iz Harca u Englezku, da tamo podignu rudokopje. Ovi uvedoše ovdje spomenute drvene puteve, koji su se na skoro razširili po svih englezkih rudokopjih. Drvo je mekano, s toga se ono takovom porabom brzo iztroši, radi toga ga već počeše u Englezkoj zamienjivat kamenom. Na to nasta u Englezkoj važna promjena. Željezu bijaše u Englezkoj ciena tako pala, da mnogi zamisliše ugasiti ogromne peći, u kojih se je željezo talilo. Nije to bila mala stvar, zapustiti ove peći. Kuda će silna četa radnika, koja tim gubi zaslužbu? Pa kolik je trošak, ako se u bolje vrieme te peći opet počmu rabiti? Ovi razlozi ponukaše Reynoldsa, posjednika silnih talionica željeza u mjestu Colebrookdale, u grofoviji Shropshire, da pošto po to, makar i gubitkom, nadalje uzdrži svoje talionice. Uza to je promišljavao, kako bi se željezo moglo u nove svrhe upotrebiti. Medju ostalim zamjenio je on u colebrookdalskih rudnicih drvene grede na putevih željeznimi. Mislio si je, ako se bude poslije digla ciena željezu, lahko će biti skinuti ove željezne grede, te ih upotrebiti u druge svrhe, jer se željeza i ovako porabom nemože mnogo iztrošiti. Ove željezne tračnice pokazaše se na skoro tako praktičnimi, da su ih počeli i u druge rudnike uvadjati. Po njih mogao je jedan konj lahko vući teret, za koji bi inače trebalo deset konja. Ali na skoro nije ni konja trebalo, jer ih je, kako znamo, zamjenila para, pošto Trevithick i Vivian uvedoše parovoze na te željezne tračnice. Ali dà, neide to tako brzo. Strukovnjaci izjaviše, da je trenje izmed željeznih kotača i tračnica preslabo, te da se kotači parovoza neće moći dalje kretati, već da će se pod silnim teretom, koji na njih počiva, sklizati i neprestano okretati na istom mjestu. Do sada je bilo tim strukovnjakom na običnih cestah trenje preveliko, a evo sada je na željeznih tračnicah postalo to trenje premaleno. Bilo je pokusa, pa se je parovoz doista liepo dalje pomicao; ali bilo je to badava, strukovnjaci rekoše, da se parovoz neće moći na tom gladkom putu dalje kretati, pa je svatko tomu vjerovao. Gdje je parovoz dobro išao, to je bio slučaj. Sam Trevithick nije mogao odoljeti ovomu mnienju, pa zato zabije u tračnice čavle, da su im glavice na polje provirivale, i providi obode kotača na parovozu udubinami, samo da onemogući sklizanje kotača. Njegovim primjerom podjoše kasnije i drugi. Blekinsop, koji je god. 1811. gradio željezničku prugu Middleton-Leeds, napravio je na parovozu zubate kotače, a isto tako uredio je zubce na tračnica, da se jedno drugoga hvata. Ovo se još sada rabi, kada se željeznica vodi na takove strmine, da ju parovoz nebi mogao na običnih tračnicah vući u visinu. Vidimo to kod takozvanog „Zahnradbahna“ na Kahlenbergu kraj Beča i drugdje. Chopman potegnuo je god. 1812. lanac uz željezničku prugu, koji se je obavijao oko valjka na parovozu. Smiešan je bio izum Bruntona; on je providio parovoz dviema željeznima nogama, koje su imale tjerati kola.

God. 1813. istom pokuša iznova Blacket, da li je to zbilja istina, da je trenje izmedju željeznih kotača i željeznih tračnica preslabo. On se uvjeri, da to nije, već da je ono u svakom slučaju tako veliko, da se kotači redovito dalje giblju. Tako pade ova ljudska predsuda, koja je za jedan čas zaustavila napredak željeznica. Sada se pojavi muž, kojega će ime uviek sjati med imeni prvih muževa ovoga svieta. Ovaj muž bio je George Stephenson (sl. 144.). On nam je primjerom, što darovit čovjek postići može uz marljivost i čvrstu volju.

Sl. 144. George Stephenson.

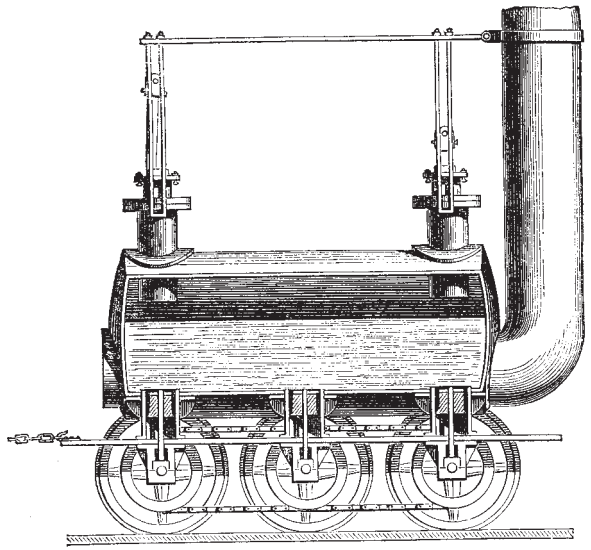
Stephenson se je rodio god. 1781. od siromašnih roditelja u selu Wylamu kraj Newcastlea. U svoje djetinje doba dosta je trpio oskudice. Najmilija mu zabava bijaše praviti od drva razne mlinove, te praviti od ilovače strojeve, koje je vidio u rudnicih uglja u njegovom selu. Još za mala morao si je sam svoj kruh služiti. Bio je pastir, radio je na polju i u rudnicih. U 17. godini njegova života postaviše ga čuvarom parnoga stroja. Stephenson bijaše presretan, da je mogao uviek blizu biti uz stroj, o kojem je i onako uviek mislio. Neprestano ga je proučavao, razstavljao, sastavljao i čistio. Jedino ga je to žalostilo i neprestano peklo, što nije umio čitati, pisati i računati. Kada mu je bilo devetnaest godina, stao je ići tri put na nedjelju na veče njekom učitelju, gdje je uz neumornu marljivost na skoro naučio, što je odavno želio. Uza sav taj dvostruki rad, znao bi si on svojom vještinom još na razne načine zaslužiti novaca. Pravio je cipele, popravljao ure i obavljao druge slične poslove. Prištediv si ovakovim načinom dosta novca, oženi se. Žena mu umre mlada, ali mu ostavi sina Roberta. Ovaj mu bijaše sva nada i utjeha. Neprestano se je brinuo, da mu namakne sredstva, da može učiti, jerbo je dobro znao, kako je bez nauke težko išta postići na ovome svietu.



Sl. 145. Stephensonova lokomotiva od god. 1812.

Na skoro okrene Stephensonov udes na bolje. U njekom ugljeniku popravi izkvareni stroj, kojim se je dizala voda; a tim steče glas, tako da ga je sad svatko zvao, da mu radi kod strojeva. Sina si je poslao u akademiju u Newcastle, te je uživao svake nedjelje, kada ga je sin posjetio, donesav sobom novih knjiga i novina. Kod kuće bi zajedno marljivo učili, čitali, risali i snovali razne promjene strojeva. Da je ovakov odgoj morao uroditi dobrim plodom, osvjedočio se na skoro otac, jer mu je sin Robert postao prvim mjernikom, pa je i savršenstvu njegovoga parovoza ili lokomotive mnogo doprineo. Postav Stephenson ravnateljem ugljena rudnika lorda Ravens-

wortha, došao je do prilike, da praktički pokuša, jeli valjaju njegove osnove, što si ih je za lokomotivu stvorio. (Sl. 145.) God. 1812. bila je prva njegova lokomotiva gotova, te je vukla kola s ugljem po željeznih tračnicah, koje su već od prije bile u tom rudniku. Kako mu je taj pokus prilično uspjeo, povjeriše mu da sagradi željeznicu za prevažanje uglja izmedju gradova Stockton i Darlington.



Sl. 146. Lokomitiva „The Rocket", što ju napraviše George i Robert Stephenson; u prorezu.

Sve to bijahu manja poduzeća, no istom željeznica, što ju sagradi izmedju dva velika obrtna englezka grada: Liverpoola i Manchestera pronese glas Stephensona i njegove željeznice u najdalje krajeve. Od ove gradnje počima pravo slavje željeznice. Izmedju rečena dva grada bivao je promet sve veći, roba je medju njima obćila po kanalih, nu to je bilo tako skupo, da su se oba grada morala brinuti za njeku jeftiniju komunikaciju. Družtvo, koje se je u tu svrhu ustrojilo, uvidi, da se to može postići samo željeznicom. S toga razpiše god. 1830

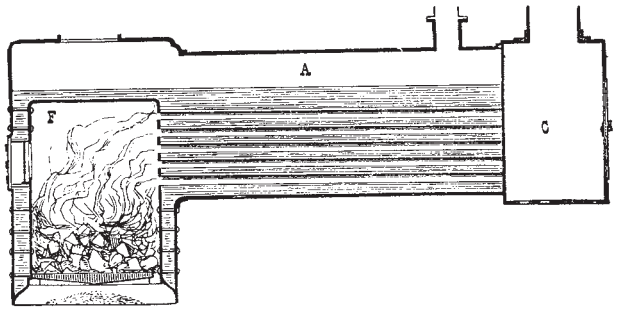
natječaj za najbolju lokomotivu u tu svrhu. Od više natjecatelja održa pobjedu lokomotiva „The Rocket", koju napraviše oba Stephensona, otac i sin. (Sl. 146.) Nije ni ova lokomotiva bila savršena, ali je ipak nadmašila ono, što se je od nje zahtjevalo. Da se voda u kotlu bolje ugrije, te da se više pare razvije, vodio je Stephenson kroz kotao široku ciev, kroz koju je plamen sa ognjišta lizao.

Francuzki mjernik Marc Seguin (sl. 147.) uredio je bio već god. 1827. ognjište mnogo bolje nego Stephenson. On je

Sl. 147. Marc Seguin.

proveo mnogo željeznih cievih kroz kotao, a kroz svaku od tih cievih je prolazio plamen, tako da je svaka bila jako vruća. Voda, koja okružava te cievi, na skoro zakipi i pretvara se silno u paru. Kako je Seguinov kotao bio udešen, razumjeti ćemo odmah, čim pogledamo našu sliku (sl. 148.). *F* je ognjište. Dim, a i svi ostali plinovi, koji pri gorenju nastaju, izlaze kroz cievi, koje prolaze kroz kotao *A*, i tek onda dospjevaju u dimnjak *C* i u zrak. Ove cievi okružuje voda, pa kako se one jako ugriju, to se i voda, koja je sa svih strana s njimi u doticaju, brzo ugrije i pretvara u paru.

Uvidiv Stephenson, koliko vriedi Seguinov izum, umah ga uvede kod svojih lokomotiva, koje su služile na željeznici med Liverpoolom i Manchesterom. On ga još usavrši i tim dogotovi lokomotivu, koja odgovara svim zahtjevom. On je naime uvidio, da cieli uspjeh najviše ovisi o propuhu u dimnjaku. Čim bude propuh veći, tim će brže prolaziti dim i plamen kroz cievi, pa će plamen biti jači i bolji. Stephenson je dakle premišljavao, kako da poveća propuh na ognjištu od lokomotive. U tvornicah postigava se ovaj veliki propuh tim, da se prave visoki dimnjaci. Na to nije kod željeznice Stephenson mogao ni misliti, jer je to za lokomotivu odveć nespretno, ali si on pomogne na drugi, veoma umni način. Paru, koja je učinila svoj



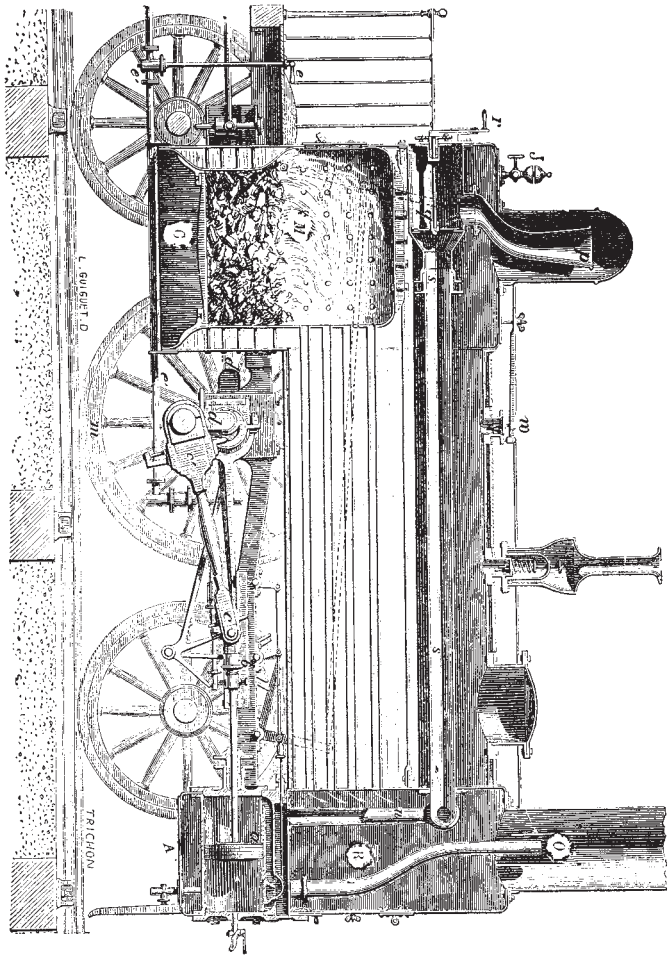
Sl. 148. Prorez parnoga kotla.

posao i izišla iz valjka parnog stroja, pustio je on, da udje u dimnjak. Kako para velikom silom izlazi, to ona povuče sa sobom zrak i prouzroči u dimnjaku silan propuh. Ovako je Stephenson usavršio svoju lokomotivu, te je ona kasnije služila kao uzor svim drugim. Kazali smo već, da su ovakove lokomotive prvi put rabile na željeznici Liverpool-manchesterskoj. Ova pruga bijaše početkom opredieljena samo za prevoz robe. Nu na skoro počeše se na njoj i ljudi voziti, te je njezin promet sve više i više cvao. Postignuti uspjeh potaknu i druge zemlje, da grade željeznice, a za deset godina, t. j. od god. 1840. do 1850., razširila se je željeznica po svoj Englezkoj, Belgiji, Njemačkoj i Francuzkoj, a poslije i po čitavom ostalom svietu. Sve više

i više se šire željezničke pruge, i svagdje promiču obrt i trgovinu. Može se reći, da je željeznica u novije doba isto tako promienila sve odnošaje ljudskoga života, kao je to učinilo tiskarstvo u petnaestom vieku.

Ajde da se sada točnije upoznamo s lokomotivom. Mi znamo, da je to parostroj bez kondensatora, koji svojom snagom giblje ne samo sebe, nego vuče takodjer cieli red kola, koja zajedno s lokomotivom zovemo željezničkim vlakom. Naša slika 149. nam liepo pokazuje ovaj stroj. Da ga razglobimo. *A* je valjak parostroja, u kojem para pomiče amo tamo čep *a*. Na ovom čepu je pričvršćena motka *b*, koja pomoćju druge motke *cc'* i ručice *d* kreće kotač *m*. Ovakova sprava nalazi se i na drugoj strani lokomotive, tako da oba kotača svojim kretanjem pomiču cieli stroj po tračnicah. Ostala četiri kotača lokomotive nekreće neposredno parostroj, već se oni kreću uslied gibanja srednjih kotača. Ognjište parostroja je *M*. Njegova dolnja strana zatvorena je rešetkom, kroz koju pada pepeo u prostor *C*. Parni kotao je valjkastoga oblika, on je tako velik, da zaprema veći dio lokomotive. Kroz njega idu željezne cievi, kojih ima jako mnogo, obično preko stotine. Kazali smo već, da su ove cievi ponajglavniji uzrok velikoj snagi lokomotive. Kroz nje udara plamen, te silno grije vodu parnoga kotla i tako razvija mnogo pare. Čim se pako više pare razvija, tim je jači njezin tlak na čep valjka *A*, tim veća je dakle snaga lokomotive. Dim i plinovi od vatre prolaze kroz spomenute željezne cievi i dopru u prostor *O*, od kuda izlaze dimnjakom *P* u zrak. Dim i plinovi, kako su sami vrući, ugriju još bolje željezne cievi, kroz koje prolaze, tako da voda, koja se na tisuć mjesta dotiče s ovimi cievmi, za kratko vrieme zakipi i razvije mnogo pare. Na gornjoj strani parnoga kotla je ventil *w*, koji para sama otvori, kada se je toliko razvije, da bi kotao mogao eksplodirati. U parnom kotlu sakuplja se para ponajprije u uzvišenom prostoru *p* parnoga kotla, a istom od ovuda prolazi kroz ciev *q s* u valjak *A*, da ondje vrši svoju radnju.

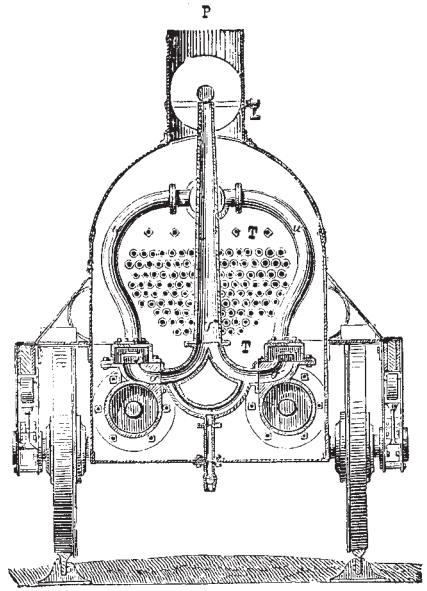
Netrebamo spominjati, da su ovdje, kao kod svakoga parnoga stroja, pomicaljke, koje čas puštaju paru na jednu, čas na



Sl. 149. Lokomotiva, prorezana po duljini.

drugu stranu čepa. Pošto je para učinila svoj posao u valjku, t. j. pošto je porinula čep s jednog kraja valjka na drugi, pušta se van, kako to već biva kod parostroja bez kondensatora. Ova para se nepušta jednostavno u zrak, kako to biva kod običnoga parostroja bez kondensatora, već ona mora prije toga još poslužiti k tomu, da poveća propuh u dimnjaku lokomotive. U tu svrhu pušta se ona kroz ciev *OR* u dimnjak, a odavde tek dolazi ona u zrak.

Svatko je ve već imao priliku motriti, kako kroz dimnjak lokomotive izlazi više puta biela para, a onda opet sivi dim, a najčešće pako oboje zajedno. Para, koja izidje iz cievi *R*, iztisne zrak iz dimnjaka tako, da na drugoj strani, naime u ognjište mora novi doletiti. U ovoj jakoj struji zraka gori ugalj u ognjištu izvanredno brzo, te proizvadja vrućinu, koja je nuždna za grijanje vode u parnom kotlu.

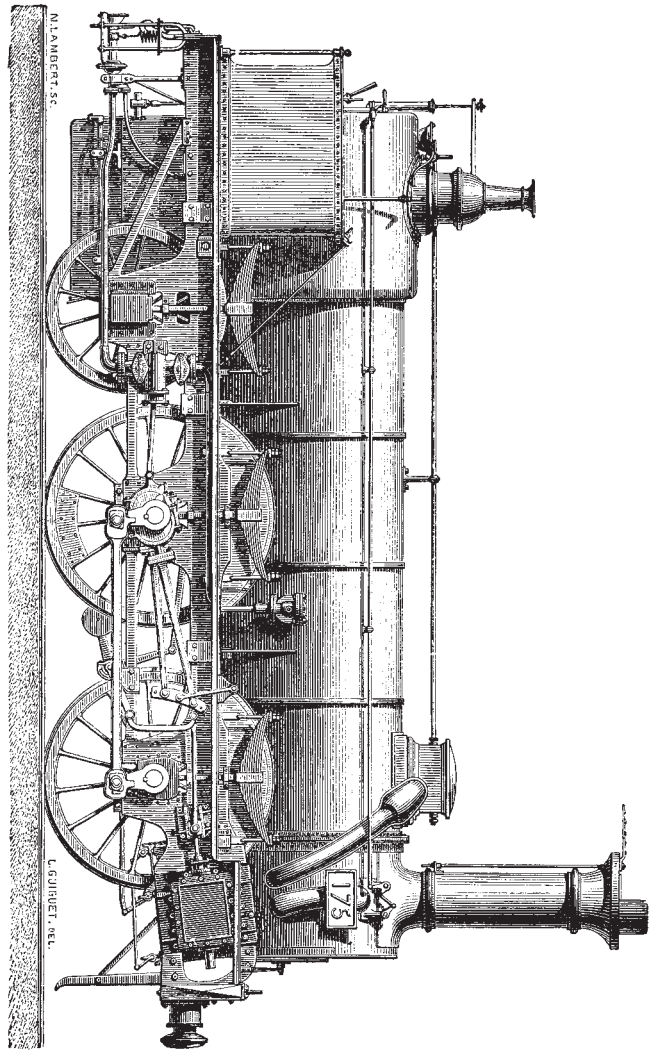


Sl. 150. Lokomotiva, poprieko prorezana.

Slika 150. pokazuje nam prorez lokomotive s prednje strane. *TT* su otvori od cievih, koje idu kroz parni kotao. Zatim vidimo dvie cievi, kojima para izlazi iz valjka. Ove se združuju u jednu ciev, koja ulazi u dimnjak *P*, te ovdje tvore silan propuh. Kako već više puta rekosmo, naglasujemo i na ovom mjestu, ova Stephensonova ventilacija i Seguinove cievi u parnom kotlu podadoše lokomotivi onu izvanrednu snagu, kojoj se moramo diviti. S vanjske strane je parni kotao lokomotive obložen drvom, koje kao loš vodić topline, neda da se ona prebrzo gubi u zraku. Kako je lokomotivu izvana vidjeti, pokazuje nam slika 151.

*

Lokomotiva je tako uredjena, da možemo njezinu brzinu po volji mienjati: treba samo više ili manje pare pustiti u

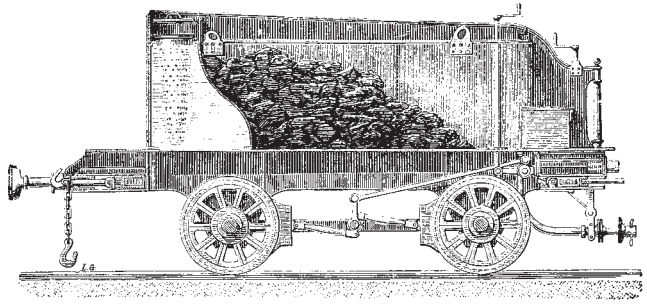


Sl. 151. Vanjsko lice lokomotive.

parni valjak. U to ime služi ventil, kojim vodja lokomotive sa svoga mjesta na zadnjoj strani lokomotive ravna prilaz

pare i udešuje brzinu vožnje. Znamo da lokomotiva može i natrag voziti, treba samo jednu polugu pritisnuti, a onda čep u parnom valjku promjeni smjer svoga gibanja, ide naime do sredine a od ovuda se okrene natrag. Dapače možemo izvesti, da čep sasvim stane. Onda će lokomotiva usljed uztrajnosti jedno vrieme napred ići, ali će onda i ona stati. Hoćemo li da prije stane, moramo zaporkami zaustaviti kretanje kotača.

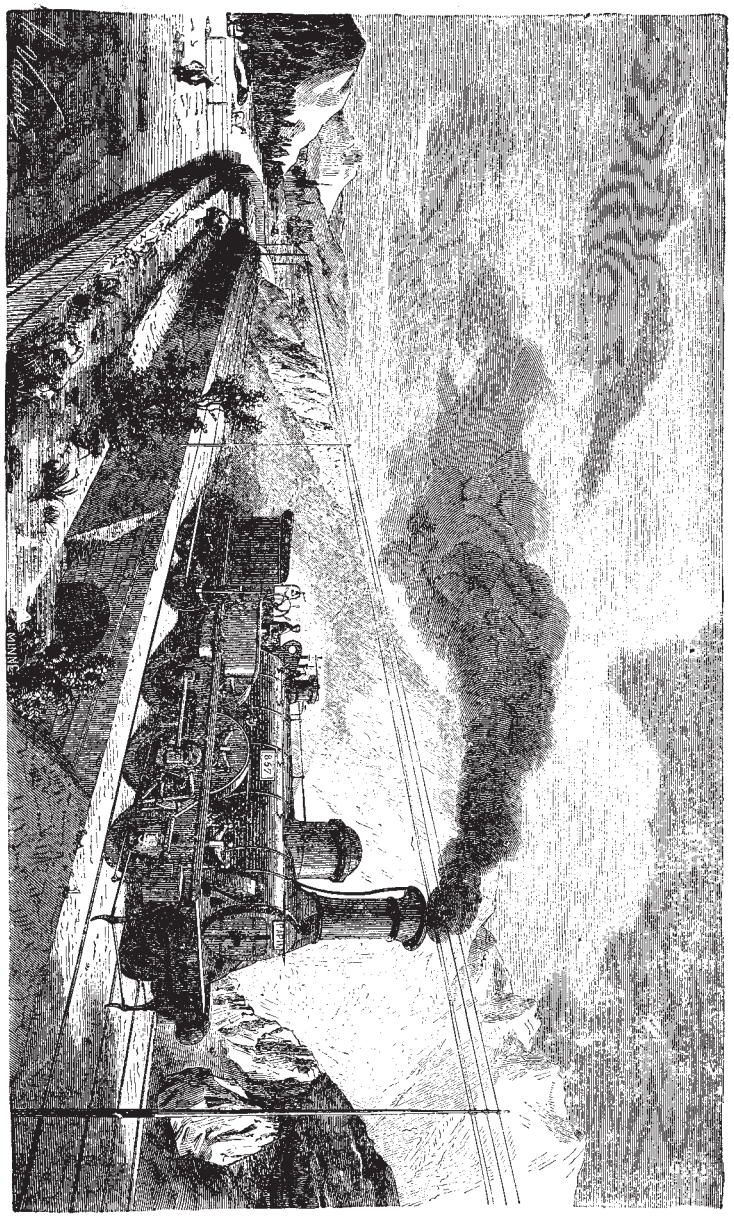
Parni kotao lokomotive providjen je naravno kao i svaki ini kotao ventilom sigurnosti. Nadalje ima on spravu, koja pokazuje visinu vode u kotlu, a uz to i spravu, koja označuje jakost pare. Uza sve to ima na parnom kotlu lokomotive još



Sl. 152. Tender, po duljini prorezan.

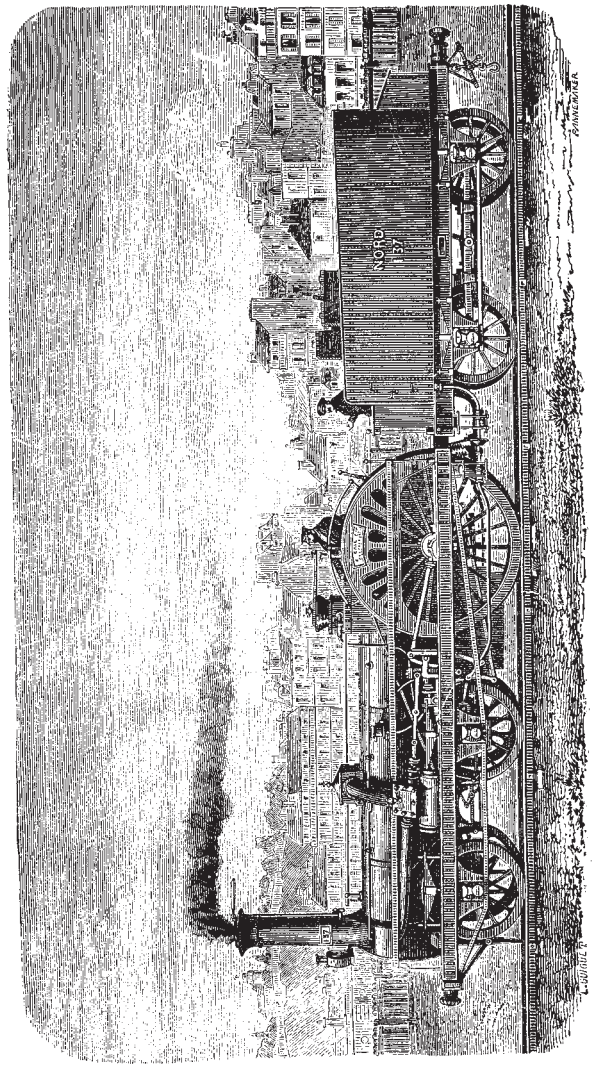
zviždalica, koja zazviždi, kada se kroz nju para pušta, da se tim znakovi dadu. Lokomotiva mora uviek uza se imati vode, da se njom puni parni kotao i ugljena za gorivo. Jedno i drugo se vozi na posebnih kolih, koja sliede iza lokomotive; kola ta zovu tender (sl. 152.). Voda iz tendera može se posebnimi sisaljkami, kada uztreba, neposredno povući u parni kotao. Sl. 153. predočuje nam lokomotivu sa tenderom.

Željeznički vlak sastoji osim lokomotive i tendera još od više kola, koja zovemo vagoni. Vagoni su medjusobno spojeni kopčami i lanci, a ima ih dvie vrsti; jedni su za osobe a drugi za robu. Po tom kakovi su vagoni u vlaku spojeni, zovemo ga osobnim, teretnim ili pako mješovitim vlakom;



Sl. 153. Lokomotiva sa tenderom.

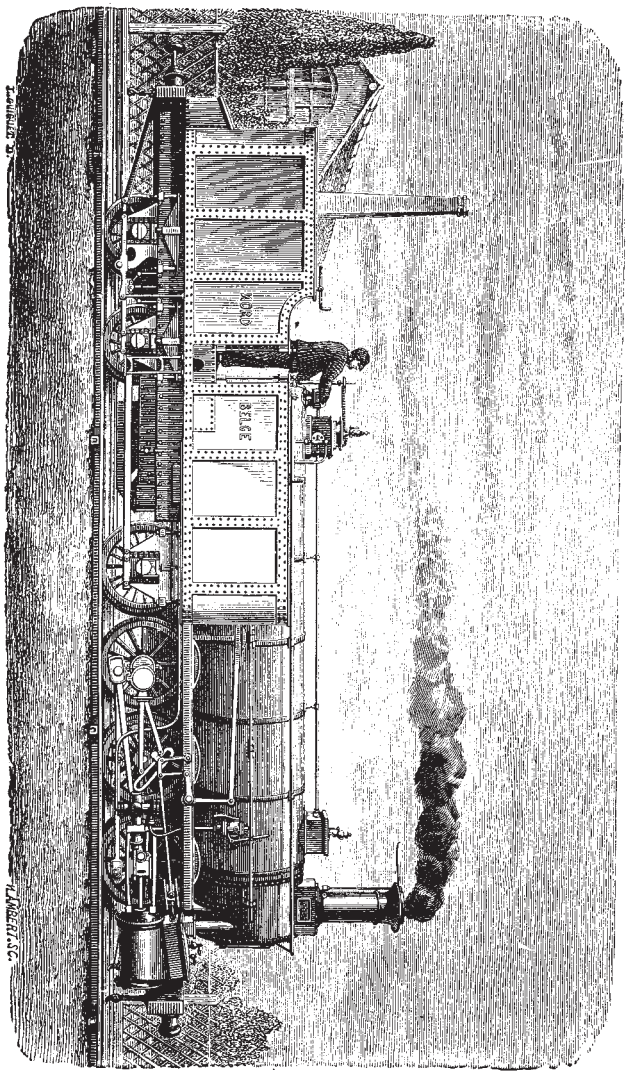
Prema tomu ima takodjer lokomotiva za osobne, teretne i



Sl. 154. Cramptonova lokomotiva sa tenderom za brze vlakove.

mješovite vlakove. Osobni vlakovi, a osobito brzi vlakovi moraju se gibati brzinom od 40—60 pače i do 100 kilome-

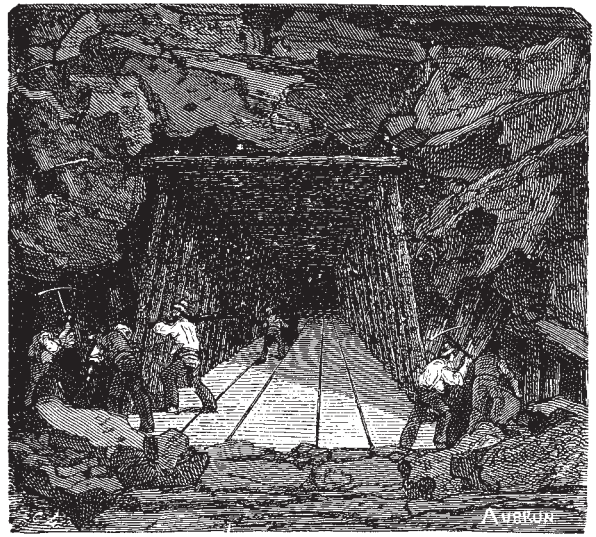
tara u jednom satu. Lokomotiva kod ovakovog vlaka ima



Sl. 155. Englezka lokomotiva za teretne vlakove sa šest kotača.

velike glavne kotače (promjer 2 do 3 metra), koji nisu napose spojeni s ostalimi kotači, kako ćemo to viditi kod te-

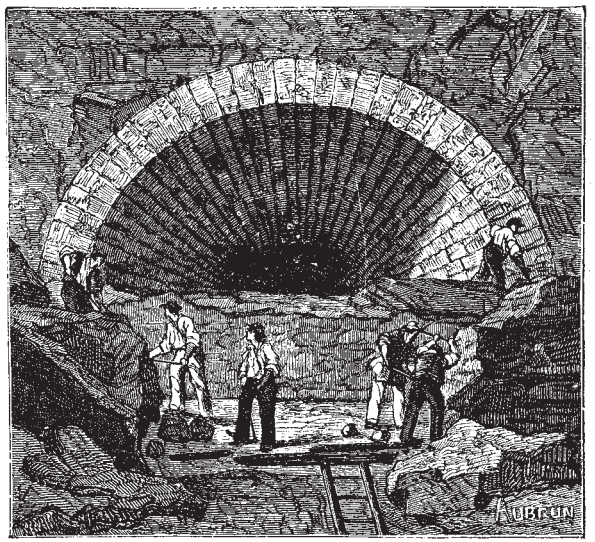
retnih vlakova. Parni valjak je kod njih jako kratak, tako da čep jako brzo amo tamo ide. Osobito je cienjena lokomotiva te vrsti, kako ju je uredio Crampton (sl. 154.). Ona ide silnom brzinom, te s toga služi u Francuzkoj kod brzih vlakova. Lokomotive, koje su odredjene da vuku vagone s robom, dakle teretne vlakove, imaju mnogo manje kotače a parni valjci su im duži. Uz to su njeni glavni kotači spojeni pomoćju posebnih motka s ostalimi kotači, tako da para ne-



Sl. 156. Tunel, privremeno poduprt stupovi i gredami.

posredno sve kotače giblje. Znamo, da kod ostalih lokomotiva svi kotači nisu u savezu, već se samo zato giblju, što se miče i lokomotiva. Pomenutim ustrojstvom izgubiše teretne lokomotive nešto brzine, ali dobiše zato veću snagu. One neprovaljuju nikada više od 30 kilometara u jednom satu, ali zato vuku do 45 vagona od kojih svaki važe 10 tonna, t. j. 1000 kilograma. Kao tip ovakove lokomotive predočujemo onu, što ju je priredio austrijski mjernik Engerth (sl. 155.). Iz slike

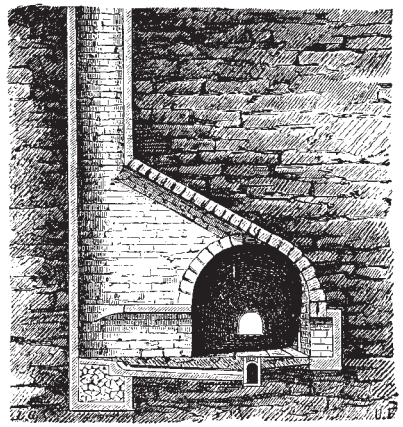
vidimo još i to, da je na Engerthovoj lokomotivi tender spojen zajedno sa lokomotivom, da jedno i drugo tvori jednu cjelinu, jedna kola. Već iz naravi same stvari sliedi da lokomotive mješovitih vlakova stoje nekako u sredini medju opisane dvie skrajnosti. Njihova brzina je 35—50 kilometara u jednom satu, one vuku obično 20—25 vagona. Sila lokomotive se obično tako priredjuje, da ona može vući za 200 do 300 konja.



Sl. 157. Podzidavanje tunela.

Velik je posao, dok se željeznici priredi put, kojim će ona ići. Tu treba praviti nasipe, rovati kroz goru, graditi mostove preko rieka i ponora. Tko je imao zgode motriti gradnju koje željezničke pruge, mogao se je osvjedočiti koliko je pri tom ogromna, koliko raznovrstna posla. Prije nego što radnik svojom nogom stupi na put, koji se ima izgraditi, mora da se obavi silan posao, koji mjesece i godine traje. Vješti i izkusni mjernici prolaze i proučavaju okolicu na sve strane. Kada je ciela okolica proučena, izmjerena brda i doline, rieke i potoci, onda

se tek snuje, kako i kojim putem bi valjalo željeznici put sagraditi. S jedne stnane valja paziti, da bude željeznica što kraća i jeftinija, a s druge strane valja opet izbjegavati razne zapreke na putu. Kada je sve to obavljeno, nariše se točan plan za željezničku prugu, a onda tek dodje radnik motikom i koli, da izvede ono, što je mjernik zasnovao. Zemlja se izjednačuje, da put bude što ravniji. Na jednom mjestu se odkapa zemlja, jarci se izkapaju, a na drugih mjestih se opet zemlja navaža i nasiplje. No to sve ide još lahko, ali evo na jednom stala željeznici na put užasna gora. Duga je, široka je, tko bi ju obašao! Valja ju dakle provrtati, probušiti, pa načiniti prorov, tunel. Udaraju kladivci, dlieta zveče, dinamit kida i krši, pa je tunel gotov. Ako je gora od mehke zemlje sagradjena, stotine je tu neprilika. Ali i te se svladaju. Tunel se ponajprije podupire stupovi i gredami (sl. 156.), jer se zemlja ruši, pa bi zasula tunel. Ali grede te slaba su podpora; one se samo privremeno grade, a naskoro ih mora zamjeniti čvrst kamenit zid (sl. 157.), koji neće popustiti pod pritiskom ciele gore. Gdje se je u gori tvrd kamen složio, tamo ga valja samo izlomiti i iztesati, a netreba ga podzidjivati, on će sam čuvati prorov, da se nesruši.

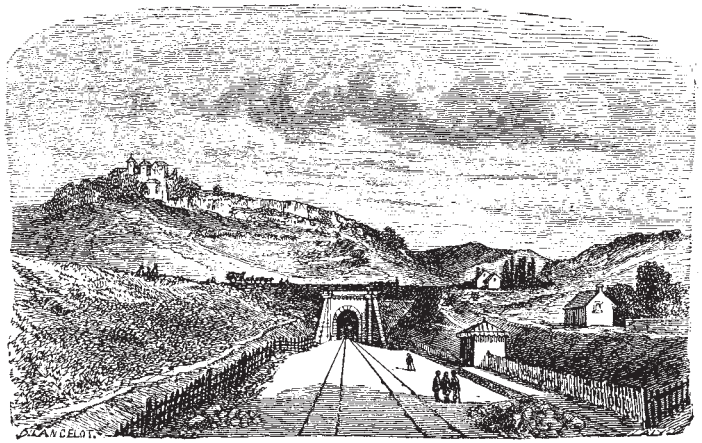


Sl. 158. Prorez tunela sa odušnom cievju.

Ako je tunel nješto duži, pomanjkalo bi zraka u njem, s toga valja iz tunela prokopati gore u vis cievi, kroz koje će moći u tunel od zgora ulaziti zrak. Naša slika (sl. 158.) prikazuje nam prorez tunela, na mjestu, gdje se nalazi takova odušna ciev. Sliedeća slika (sl. 159.) nam pokazuje ulaz u jedan od najdužih tunela u Francuzkoj, i to u tunel de Blaisy na željeznici, koja

spaja Pariz sa Lyonom. Ovaj tunel je dug 4100 metara, širok je 8 metara a visok $7^1/_2$ metara. Na njekih mjestih stoji 200 metara duboko pod površjem gore, kroz koju prolazi. Trebalo je 3 godine i 4 mjeseca, dok je ovaj silni tunel bio gotov, te je stajala njegova gradnja 10 milijuna franaka.

Najdulji tunel na svietu je onaj kroz goru sv. Gothard, što ga dogotoviše u ožujku god. 1880., i koji je dug 14.920 metara. Iza njega dolazi tunel kroz Mont Cenis, dogotovljen god. 1871. poslije dvanaestgodišnje radnje. On je 12.230 metara dug.

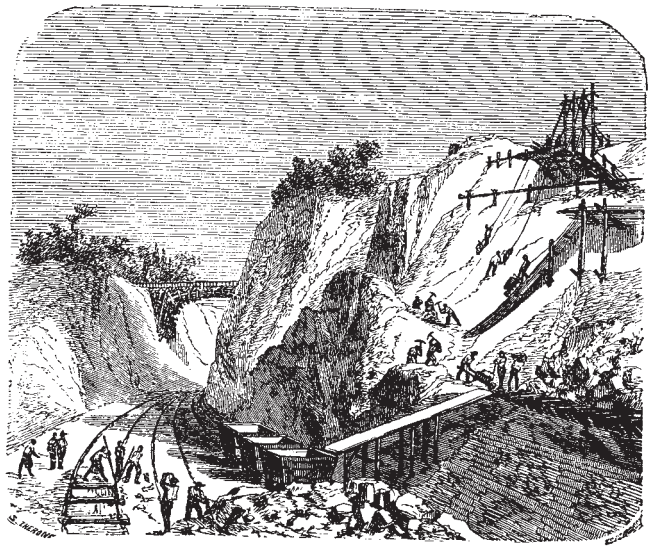


Sl. 159. Ulaz u tunel de Blaisy, na željeznici izmed Pariza i Lyona.

Trebalo je tu izvanrednih sredstva, da se sagrade ovi orijaški tuneli. Za rovanje gore stvorili su posebne strojeve, koje je tjerao zgušćeni zrak. Parostroji se nemogu rabiti pri takovih radnjah, jer svojim dimom i parom pokvare u tunelu zrak, tako da nemogu u njem radnici raditi.

Kada gora, koja je na putu željezničkoj pruzi, nije previsoka, onda se negradi kroz nju tunel, već se napravi prosjek kroz goru. Ovdje treba doduše veliku množinu zemlje i kamenja izkopati i odlomiti, te odvesti na drugo mjesto, ali

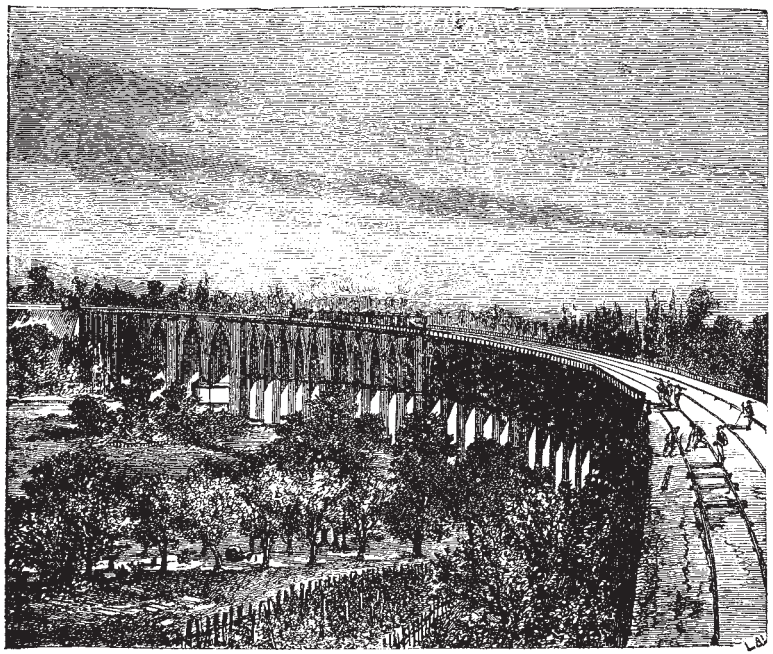
ipak ide ovakov posao brže od ruke, jer se neradi u utrobi gore, već na prostom zraku. Naša slika (sl. 160.) pokazuje nam takav prosjek. Jedan od najvećih prosjeka u Francuzkoj je onaj de la Loupe. Dug je 4 kilometra, te je na najviših mjestih 16 metara visok. Zemlje je trebalo odstraniti jedan milijun i sto tisuća kubičnih metara. Isto tako veliki su prosjeci u Njemačkoj Gadelbach, medju Ulmom i Augsburgom, te u Englezkoj Tring, medju Londonom i Birminghamom, koji je dug 4 kilometra.



Sl. 160 Željeznički prosjek.

Gdje je velika strmina, a ipak su odnošaji takovi, da se nemože prokopati brieg, da se napravi prosjek ili tunel, tu si je čovjek pomogao na drugi način. Tako je na željeznici Düsseldorf-elberfeldskoj na vrhu briega jak parostroj, koji vuče na lancu cieli vlak gori do vrha, pa ga onda lagano na drugu stranu spušta. Što nebi izumio ljudski um, da ukloni zapreke, koje narav stavlja njegovomu radu?

Kao što se moraju za željeznički put visočine izsjeći, isto tako valja za prenizko tlo graditi nasipe, te po njih položiti željezničke tračnice. Rieke i duboke doline valja preći mostovi i viadukti. Gorostasne su to gradnje, što ih rad toga mjestimice izvedoše. Viadukti i mostovi moraju da budu čvrsti i uztrajni, jer imadu silan teret podnieti. Zato ih i grade od

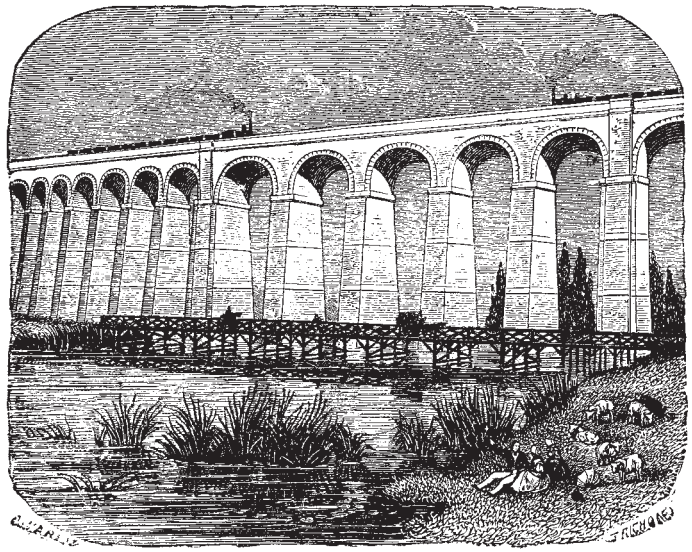


Sl. 161. Viadukt kod Nogent-sur-Marne.

tvrda kamena i željeza. Ovi su često remek djelo u graditeljstvu, kojim se putnici dosta nadiviti nemogu. Naše dvie slike (sl. 161. i 162.), što ih ovdje donosimo, predočuju nam dva viadukta iz Francuzke. Prvi je kod Nogent-sur-Marne, nedaleko od Pariza; on se zakrivljuje u duljinu od 700 metara, a visok je do 50 metara. Drugi viadukt, koji prelazi Indru, izmedju

Toursa i Montsa, ima 50 krasnih svodova; dug je 750 metara a diže se nad dolinom na 22 metra visoko.

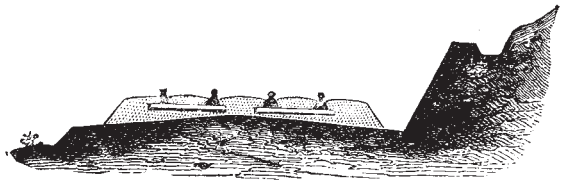
Ima takodjer slučajeva, da se cieli željeznički vlakovi prevažaju brodom preko vode. Ovakov prevoz je na Bodenskom jezeru. Željeznica dodje do mjesta Lindau na jezeru; ovdje se cieli željeznički vlak ukrca na u tu svrhu priredjen parobrod i odveze se do mjesta Rorschach na istom jezeru, od ovuda



Sl. 162. Viadukt preko Indre.

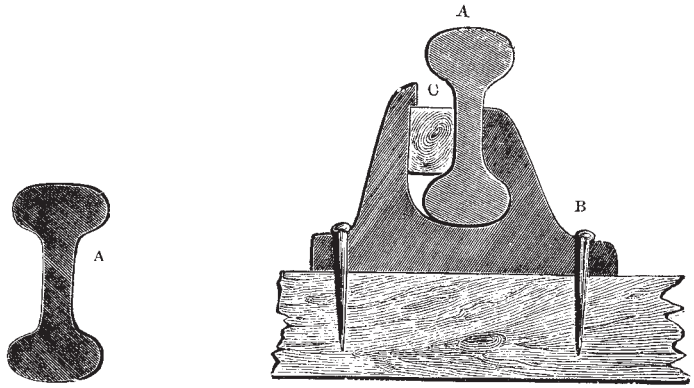
ide vlak kopnom dalje. Takav prevoz ima u Hrvatskoj željeznička pruga, koja ide iz Osieka u Segedin. Željeznica dolazi od Erduta do Dunava, gdje ju onda na brodu prevezu na ugarsku stranu prama Gombošu. U našoj monarkiji znamenita je semerinžka željeznica svojimi umjetnimi gradnjami, tuneli i viadukti a u Hrvatskoj je u tom pogledu poznata pruga izmedju Karlovca i Rieke, koja obiluje nasipi te tuneli i prosjeci, izklesanimi u tvrdi kamen našega Krasa.

Kada je željeznička pruga izravnana, kada su gotovi mostovi i viadukti preko rieka i dolova, kada su prorovani prosjeci i probušeni tuneli, onda se ona dalje priredjuje. Onda se naspe sitnim šljunkom i pieskom i to zato, da površje pruge propušta



Sl. 163. Poprečan prorez nasutog željezničkog puta.

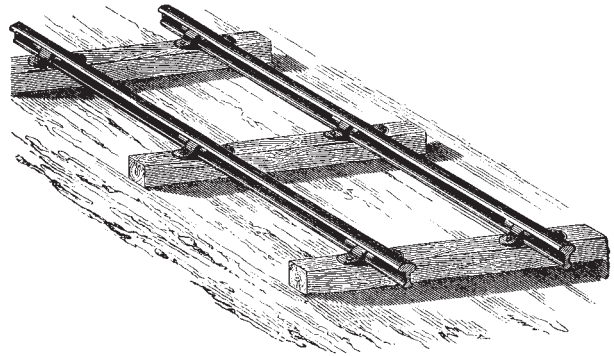
lahko vodu, da nebude zemlja vlažna, u koju se moraju položiti željezničke tračnice. U složeni piesak ili šljunak polažu se sada na put poprieko drvene grede ili traverse, da se na njih učvrste željezne tračnice. Slika 163. predočuje nam poprieko prorezan željeznički put. Mi vidimo tu, kako



Sl. 164. Prorez dvoglavne tračnice, kako je učvršćena na gredu.

u nabacanom piesku leže drvene grede. Grede imadu putu dati njeku stalnost i čvrstoću, a najglavnija njihova zadaća leži u tom, da se na nje nepomično učvrste tračnice, pa da jedna tračnica od druge ostane uviek jednako udaljena, da se dakle

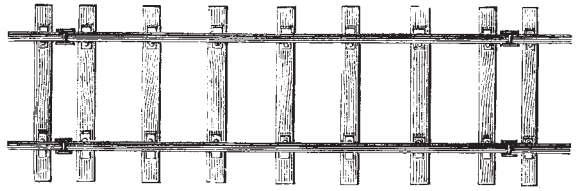
jedna spram drugoj nepomiče. Tračnice same (sl. 164.) su od željeza, no pošto se na mjestih, gdje je živahan promet, ovakove tračnice skoro izglodju, to ih stadoše u novije doba već praviti i od čelika. Oblik im je razan; praktičan je ovaj što ga poka-



Sl. 165. Pogled sa strane na željezničke tračnice i grede.

zuje naša slika. Ovakova tračnica *A* je na obje strane jednaka. Kada se jedna strana izglodje, treba ju samo okrenuti, pa opet može ista tračnica i dalje služiti. Ista slika pokazuje nam takodjer kako se ovakova tračnica pričvršćuje na traversi *B* i sa komadom drva *C* osigura, da se nemakne.

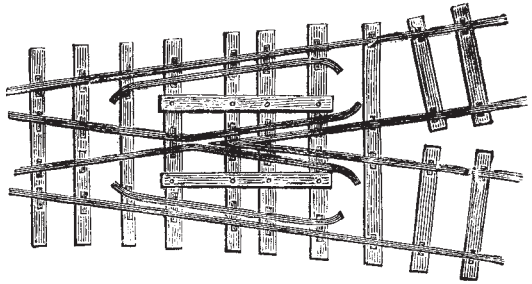
Sliedeće dvie slike (sl. 165. i 166.) pokazuju komad željezničke pruge s tračnicami i gredami. Željeznička pruga



Sl. 166 Pogled ozgo na željezničke tračnice i grede.

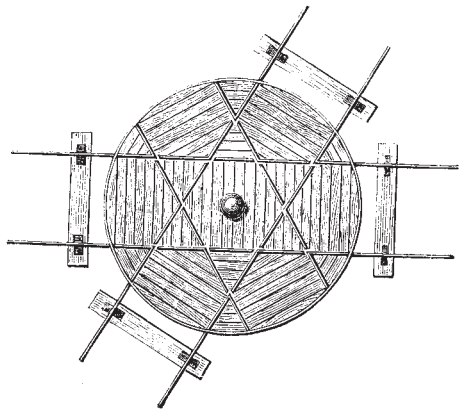
providjena je obično jednim ili sa dva reda tračnica, koji teku uzporedo jedan uz drugi. Na kolodvorih pako križaju se tračnice na sve strane. Na velikih kolodvorih opažamo cielu mrežu tračnica. Tu treba ciele vlakove sastavljati i razmetavati, jedne

vagone treba ovamo povući, druge onamo, a lokomotivam valja davati razni smier. Ovdje se često dogadja, da se dva reda tračnica križaju, a ova križanja moraju biti tako uredjena, da se izključi svaka pogibelj, da bi vlak sašao sa tračnica.



Sl. 167. Uredba za križanje pruga.

Često treba, da vlak predje s jedne željezničke pruge na drugu, tomu treba posebnih sprema. Sjeku li se te dvie pruge pod jako šiljastim kutom (sl. 167.), to se na takvih mjestih uzimlju gibke tračnice, koje možemo polugami primaknuti ili

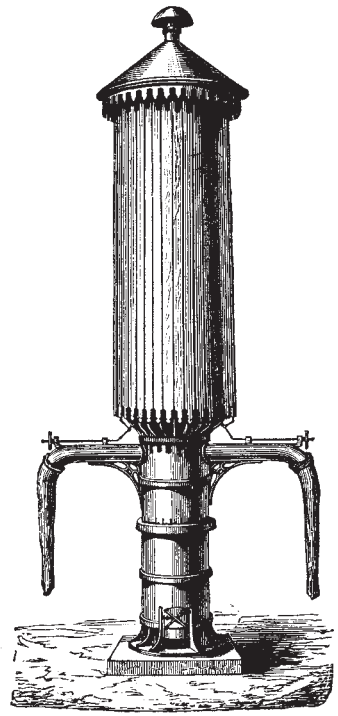


Sl. 168. Ploča za prenašanje lokomotive i vagona na druge pruge.

odmaknuti od pruge. Ljudi, koji obavljaju ovo mienjanje pruga imaju veliku odgovornost i mnoga se je već nesreća dogodila usljed toga, što je dotičnik složio tračnice tako, da je vlak zašao na krivu prugu, te se tamo sukobio s drugim vlakom.

Hoćemo li lokomotivu ili pojedine vagone prenjeti s jedne pruge na drugu, rabimo velike okrugle ploče, koje se mogu kretati. Na njih leže komadi tračnica, koje možemo kretanjem ploče staviti tako, da budu upravo nastavak željezničke pruge. Jednom prugom dovedemo lokomotivu na ploču, onda ju krećemo, dok njezini komadi tračnica pristanu uz onu prugu, na koju hoćemo lokomotivu prenjeti (sl. 168.). Ogledamo li se po kojem kolodvoru, to ćemo zamjetiti sve opisane sprave, koje služe da se željeznički vagoni i lokomotiva premjeste s jedne pruge na drugu.

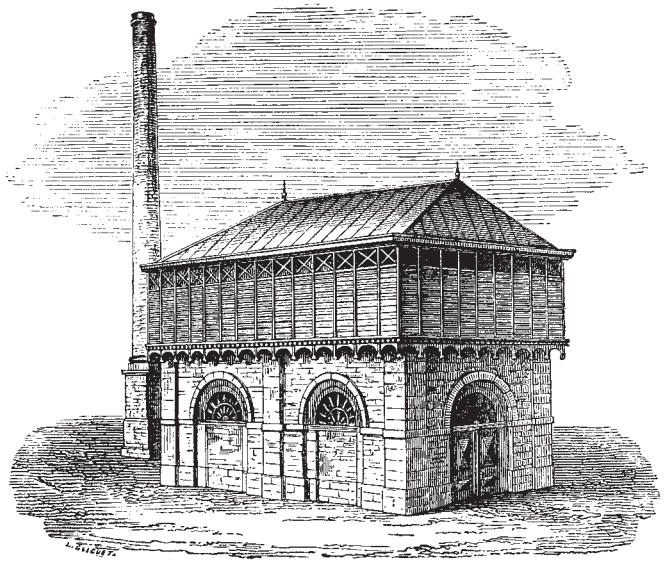
Na kolodvoru ima nadalje spremâ iz kojih se u tendere nalieva potrebita voda. Ove spreme imaju obično oblik, kako ga pokazuje naša slika 169. Na stupu je limena posuda puna vode. Kada otvorimo zaklopac, teći će kroz ciev voda u tender, koji stoji pod cievju. Obično je pod posudom u toj spravi i ognjište, da se može u slučaju potrebe voda ugrijati, tako da se odmah topla voda može uvadjati u kotao parnoga stroja. U velikih postajah, gdje dolaze, prolaze i odlaze neprestano vlakovi, kojim valja parne kotlove i tendere puniti vodom, nebi ovako male posude za vodu, kao što je opisana, dostale. Tu se grade u tu svrhu ciele kuće (sl. 170.) na dva odiela. U prvom katu je ogroman basin za vodu, dočim je u prizemlju parostroj, koji sisaljkami diže vodu iz kojega zdenca u basin.



Sl. 169. Posude sa vodom za punjenje parnoga kotla.

*

Kod željeznice mora služba biti osobito točna i svaki ma i zadnji službenik ima veliku odgovornost za život tolikih ljudi i za sigurnost robe. S toga treba neizmjerna pazljivost danju i noći, da se nedogodi kakova nesreća. Tu pazljivost osobito podupiru signali. Njimi se javljaju viesti, javljaju zapoviedi. Oni imadu upozoriti voditelja vlaka, da je na putu sve u redu ili da mu nije ići napred, da mu je čekati; ovi doglašuju dolazak i odlazak vlaka i sto drugih stvari. Signala

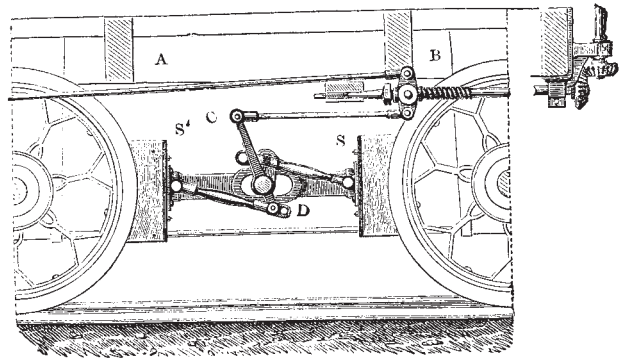


Sl. 170. Spremište vode.

ima dvie vrsti. Jedni su za uho, kao n. pr. fućkanje, zvonjenje, a drugi su za oko, kao što su barjaci razne boje, svieće i drugi znakovi, koje ćemo u kratko opisati. Znakovi za oko su drugčiji po danu, a drugčiji po noći. Noćni znakovi sastoje obično od svjetiljkâ razne boje. Napokon ima veliku ulogu kod željeznice i telegraf, kojim se javljaju viesti iz jedne postaje u drugu.

Najveću odgovornost na željezničkom vlaku ima voditelj vlaka. On mora neprestano paziti na sve. On ima posebne

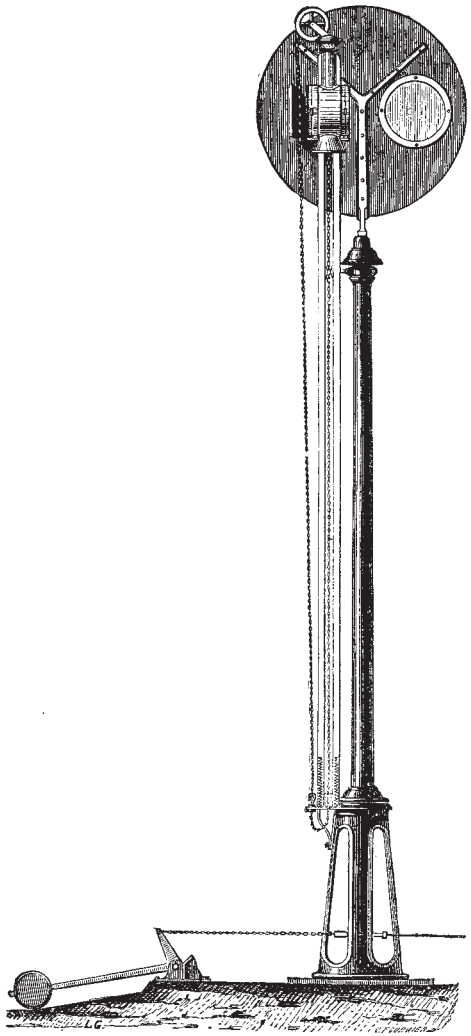
signale, kojimi javlja podčinjenom si osoblju, da pazi, da zaporami zaustavlja vlak, da polaganije ide ili da sasvim stane. Kako se zapiru kotači na vlaku, lahko ćemo razumjeti, ako pogledamo sliku 171. Kada se vijkom *A* motka kod *B* povuče na desno, onda se prut *CD* ustoboči i raztjera na jednu i na drugu stranu komade *S* i *S'*, koji onda pritisnu na kotače tako, da se oni onda stanu polaganije okretati i vlak zaustavljati. Valja nam se sada još upoznati raznimi vrsti signala, jerbo je upravo njihova najveća zasluga, što nisu nesreće na željeznicah mnogo češće. Tko se je vozio željeznicom, vidio je uz prugu od vremena do vremena čuvarsku kućicu a pred njom čovjeka, koji drži



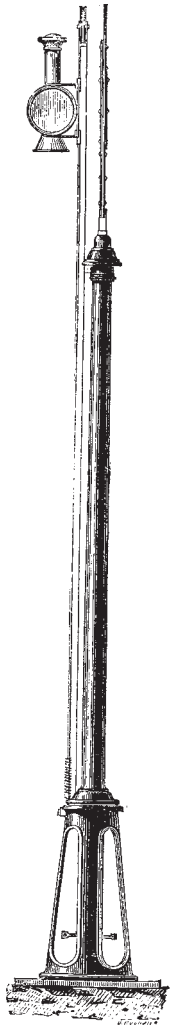
Sl. 171. Zaporke za kotače na željezničkom vlaku.

na štapu okruglu crvenu ploču. On tim daje znak voditelju lokomotive, da je obišao njegovoj pazki povjereni komad pruge, te da je našao sve u redu. Nigdje nisu tračnice prekinute, nigdje nisu zapremljene kamenjem ili čim drugim, što bi moglo zaustaviti vlak, te tim prouzročiti nesreću. Pruga je u redu, vlak može proći.

Izim ovih signala ima i drugih stalnih na željezničkoj pruzi. Po prilici 800 metara odaljeno od postaje vidit ćemo kraj pruge visoki stup a na njem okruglu ploču. Ova ploča je od lima, te je na jednoj strani crveno obojadisana. Ako crvena strana te ploče stoji upravo prema dolazećemu vlaku, t. j. okomito prema pruzi, to je znak, da je nastala neka zapreka, te da vlak mora stati. Ako je obratno okrugla ploča istosmjerna



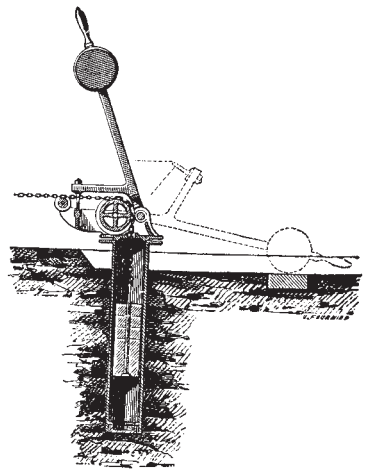
Sl. 172. Signalna ploča okrenuta prama dolazećem vlaku.



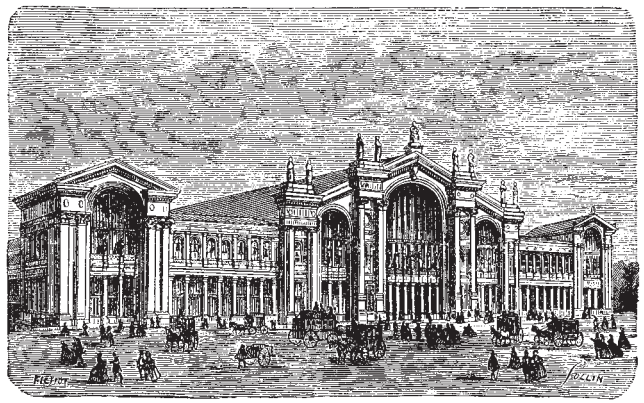
Sl. 173. Signalna ploča istosmjerna prama pruzi.

prema pruzi, to vlak može proći. Naše dvie slike (sl. 172. i 173.) pokazuju nam oba položaja ploče. Ovo su danji signali.

Po noći služe svjetiljke, koje na slici vidimo. Spomenuta ploča ima okrugao otvor, pokrit crvenim staklom. Iza stakla je svjetiljka. Ako stoji ploča okomito prema pruzi, t. j. daje li znak, da vlak stane, to će dotični vlakovodja viditi kroz crveno staklo crven plamen, a taj mu kaže, neka vlak stane. Ako je ploča obratno u drugom položaju, koji označuje da je pruga u redu, t. j. ako je ploča istosmjerna pruzi, to će vlakovodja viditi obični plamen svjetiljke, a ovo mu je znak, da može dalje ići. Da se iz postaje može po volji okrenuti signalna ploča, protegnuta je duž pruge žica preko malih kolotura na stupčićih. U postaji je poluga, pomoćju koje možemo tu žicu pritegnuti i pustiti, a tim okrećemo i signalnu ploču, s kojom je ta žica u savezu (sl. 174.).



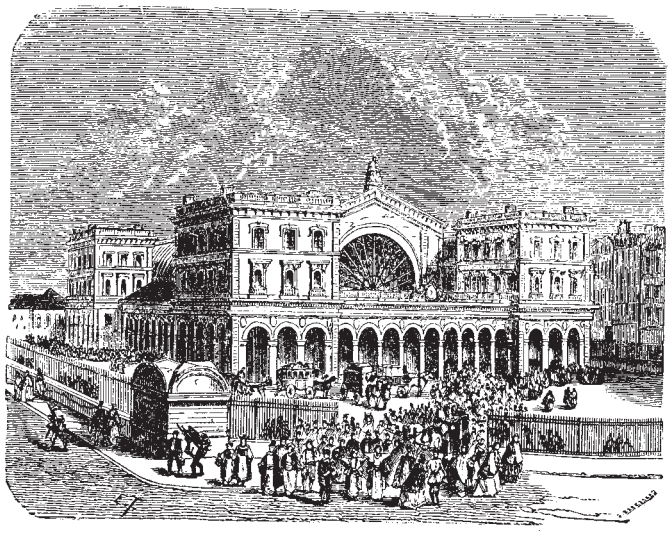
Sl. 174 Sprava za kretanje signalne ploče.



Sl. 175. Kolodvor sjeverne željeznice u Parizu.

Željeznice djelovahu i na razvoj arhitekture naše dobe. Kolodvori i druge gradnje duž željezničke pruge gradjene su njekim posebnim slogom, koji je proizvod koli veoma napredne znanosti naših dneva toli i težnje za liepim i ukusnim. Željezničke sgrade treba da su prostrane, da nesmetaju prometu; one moraju da budu suhe i zračne, da udovolje zdravstvenim obzirom, a uza sve to treba da su udobno uredjene.

Karakteristika im je, da je željezo zamjenilo kod njih drvene grede i kamene svodove, a upravo ovo im podaje po-

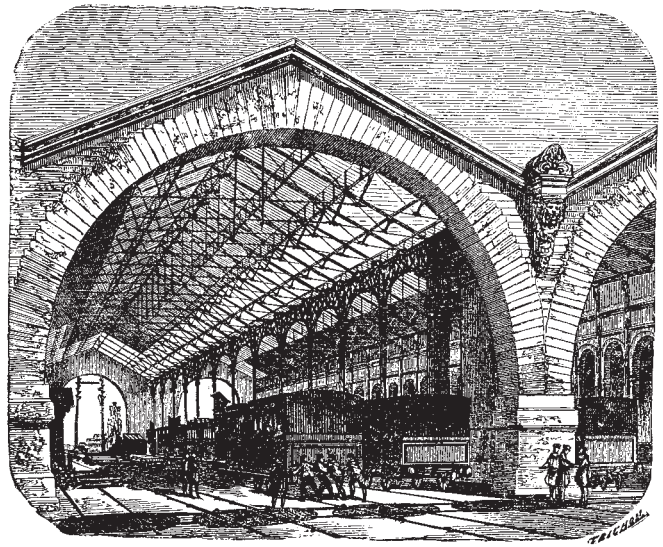


Sl. 176. Kolodvor iztočne željeznice u Parizu.

seban oblik, jer različan materijal dovadja sam po sebi poseban način gradnje. U našoj monarkiji osobito se ponosi Beč krasnimi gradnjami te vrsti. U vanjskom svietu odlikuje se i u tom obziru osobito francuzki glavni grad. Njegovi kolodvori su monumentalni a uz to graciozni. S toga će nam, da uvidimo spomenuti željeznički graditeljstveni stil, osobito dobro poslužiti slike, prikazujuće nam parižke kolodvore (sl. 175., 176., 177. i 178.).

Ogromni razvitak željeznica najbolje ćemo prikazati njekojimi statističkimi podatci. U 45 godina, t. j. od god. 1830. do 1875. sagradjeno je oko 294.400 kilomet. željezničke pruge. Da tu prugu ravno vodimo oko naše zemlje, obavili bi ju više nego tri puta. Od tih 294.400 kilometara željeznice dolazi na Europu 143.039 km., na Ameriku 133.552 km., na Asiju 12.302 km., na Australiju 3.079 km., najmanje na Afriku, naime 2.432 km.

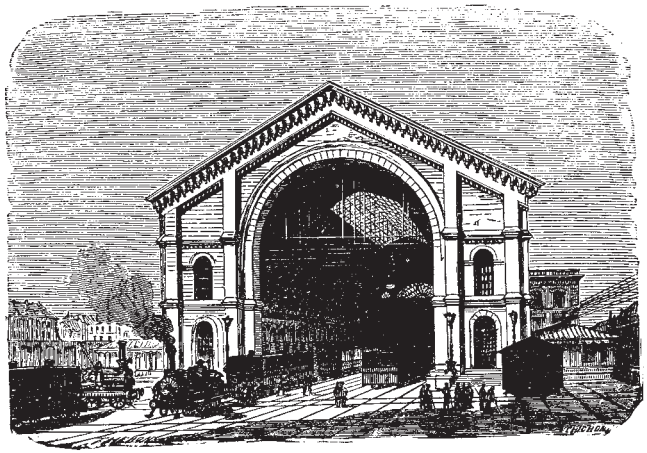
Cieni se, da je za gradnju svih ovih željeznica potrošeno do god. 1875. do 35.000 milijuna forintâ, a ukupni prihod na



Sl. 177. Nutrnjost zapadnog kolodvora u Parizu.

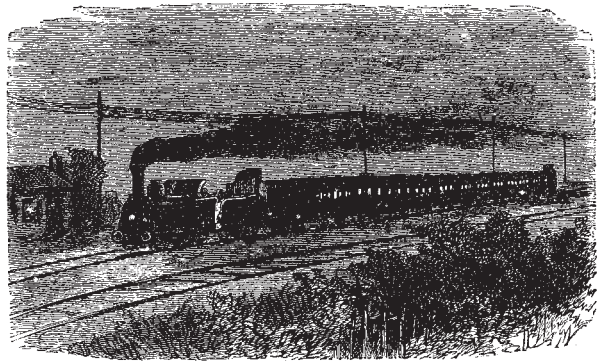
svih željeznicah iste godine računa se na 36.000 milijuna for., potrošak na 22.000 milijuna, tako da ostane čista dobitka oko 14.000 milijuna forintih.

Na cieloj zemlji bilo je g. 1875. u prometu 62.000 lokomotiva, 112.000 vagona za osobe i 1,465.000 teretnih vagona. Na ovih kolih vozilo se je u jednoj godini 1.550 milijuna osoba i 16.130 milijuna centi robe. Odsjekom vozi se dakle na dan željeznicom do 4 milijuna ljudi i 44 milijuna centi robe. Ovo



Sl. 178. Nutrnjost iztočnog kolodvora u Parizu.

su ogromni brojevi, koji nam posvjedočuju, da su se željeznice podigle do nenadane visine i to u roku od jedno 50 godina.



Sl. 179. Željeznički vlak.

Neprestano se dalje šire željezničke pruge; i u pustare i kroz gore svagdje se grade te žile kucavice modernoga prometa, te jure širom bieloga svieta sad veći sad manji željeznički vlakovi. (Sl. 179.)

Parobrod.

Denis Papin. — Robert Fulton. — Great-Eastern — Parobrodi na kolesa i na vijak. — Parni stroj i kotao. — Brodovi na reakciju. — Brodovi na amerikanskih riekah.

Za veliki svietski promet bilo je brodarstvo od uviek od najveće važnosti. U brodarstvu ležala je snaga i bogatstvo mnogih naroda, a ipak je bilo ono sve do malo prije tako jednostavno i primitivno. I najsavršeniji brodovi moradoše se često pokoriti vjetru i toku vode. Na tih svojih brodovih osjećao se je čovjek tako malim i slabašnim, da se nije usudio ni pomisliti, da bi mogao ikada svladati vjetrove i tok vode, pa da leti, kamo ga srdce vuče. I kada već odkriše ljudi moćnu silu, koja bi mogla brodom ravnati, bijahu mornari još uviek i još dugo slabo skloni, da povjeruju, da bi mogao čovjek ma ičim vladati nad uzburkanim morem. Pa kakva sila još to bijaše! Voda sama da prkosi uzburkanom moru! Jest, u vodi, u njenoj pari našao je čovjek silna takmaca. I prvi, koji je izmislio parostroj, pomislio je odmah, kako bi njim brod upravljao. Bio je to Denis Papin (sl. 180.), pa što je izmislio, to je i izveo. God. 1707. bio mu je brod već gotov. Na brodu bila su dva velika kotača sa lopatami, a kretati ih je imao parni stroj. Zaputio se Papin iz grada Kassela na rieci Fuldi, da predje u Vezeru, pa da zaplovi morem do Englezke, gdje je želio svoj izum pokazati. No brodari na Vezeri pobojaše se, da će im novi brod kvariti posao, pa ga razbiše na veliku žalost Papina (sl. 181.). Malo zatim umre sam Papin, a s njim propade i njegov izum. Istom poslije sto godina počelo se je opet raditi o tom, da se parostroj, kako ga je Watt izumio, upo-

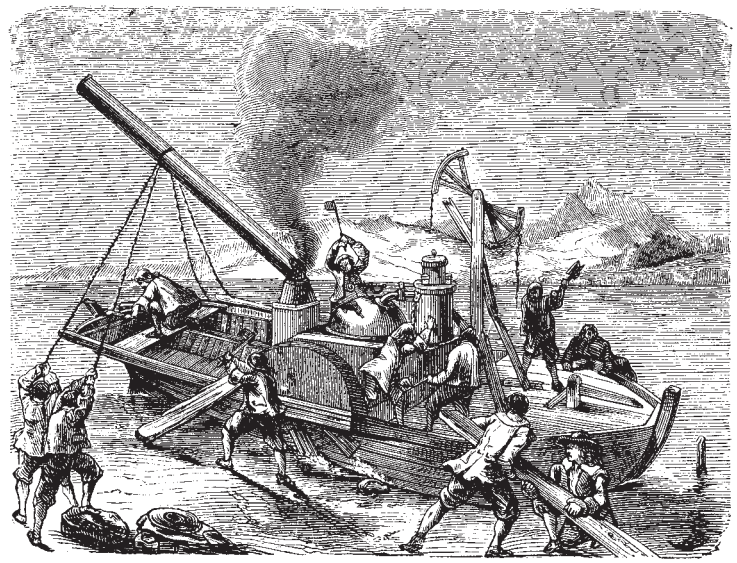
trebi za plovitbu, pošto se je već prije uvidilo, da Newcomenov stroj nije za taj posao prikladan. Spominjemo iz te dobe pokuse marquisa de Jouffroy u Francuzkoj, Johna Fitcha i Jamesa Rumseya u Americi, te Patricka Millera u Škotskoj. Parostroj na brodu Patricka Millera imao je dva valjka,

Sl. 180. Denis Papin.

koji su željeznimi lanci okretali dva kotača s lopatami. No nijedan od ovih pokusa nije uspio.

Istom Robertu Fultonu podje za rukom, da izvede ono, što njegovi predšastnici nemogoše učiniti. (Sl. 182.). Robert Fulton, rodjen u državi Pensylvaniji u sjevernoj Americi, bio je sin siromašne irske obitelji, te se je iz početka bavio slikarstvom. God. 1786. dodje on u Francuzku, gdje je napustio

slikarstvo, te se je sasvim posvetio tehničkim znanostim, za kojimi ga je srdce vuklo. On je pomno proučio razloge, radi kojih nije nitko mogao uspjeti u tom, da parostroj upotrebi za plovitbu. Amerikanski poslanik na francuzkom dvoru, Liwingstone, dobavio mu je sredstva, da može sagraditi maleni parobrod prema svojoj namisli. U augustu god. 1803. održa njegov brod sretno prvi pokus na rieci Seini kod Pariza. Na nesreću bili su u to doba Francuzi upravo ratom s Englezkom tako za-



Sl. 181. Brodari na Vezeri razbijaju Papinov brod.

bavljeni, da se nije nitko zanimao za Fultonove pokuse. Isti car Napoleon I., komu ponudi Fulton, da će mu sagraditi parnu flotu, s kojom će moći uspješno napasti Engleze, proglasi njegov izum pukom sljeparijom.

Vidiv Fulton, da u Francuzkoj necvate za njega sreća, vrati se u svoju domovinu, da ovdje opetuje svoj pokus. U tu svrhu sagradi dosta velik parobrod, komu nadjene ime „Clermont“ (sl. 183.). Ni njegovi zemljaci nisu marili za njegov

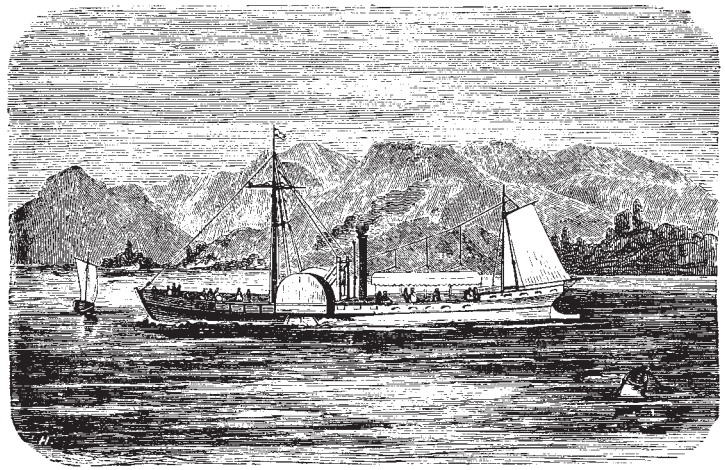
brod, dapače se rugahu Fultonu, nazivajuć njegov brod „Fultonovom ludorijom“. Grohotan smjeh ga je pratio, kada je sjeo u svoj brod, a do vrška dospje ruganje, kada mu je brod iza kratka puta na jednom stao. Bilo se je nješto poremetilo na parostroju. Fulton to brzo izpravi, i veselo zaplovi „Clermont“ u Hudson. Sada se za čas preobrati ruganje svjetine u oduševljeno klicanje.

Sl. 182. Robert Fulton.

Fulton sam pripovieda o toj zgodi sliedeće: „Kada sam gradio prvi parobrod u New-Yorku, svjetina je gledala moj izum stranom ravnodušno, stranom prezirno. Moji prijatelji me gledahu njekako čudnovato, kao da se boje, da sam poludio. Slušahu doduše mirno moja razlaganja, ali im se je na licu vidilo, da nevjeruju. Iduć za vrieme gradnje svaki dan do svojega broda, imao sam priliku čuti, što o tom misle prolazeći ljudi, koji me nepoznavahu. Svatko se je rugao mojemu pod-

hvatu. Neprestano sam morao od znanaca slušati prigovore, da toliko vremena i novaca trošim na ovakovu ludoriju. Nije bilo duše, koja bi me u mom mučnom poslu obodrila ili mi poželila sretan uspjeh. Ali kada je pokus uspio, brod još nije prošao cielu englezku milju, i već je svaki uvidio, što vriedi, pa sada se digne pohvalno klicanje sa svih strana. Oni, koji prije najviše vikahu proti njemu, sada ga najglasnije hvališe.“

Tako opisuje sam Fulton ovu sgodu, pa mu vjerovati možemo, da je mnogo pretrpiti morao. Ali za sve te muke obilno



Sl. 183. „Clermont“ prvi parobrod Fultonov, sagradjen u Americi god. 1807.

ga je nagradio sjajan uspjeh, što ga je postigao. Od onda je „Clermont“ obćio med New-Yorkom i gradom Albanyem na Hudsonu. Prvi put je plovio u Albany bez putnika, no kada se je vraćao nadje se već jedan smjeli putnik. Pa kako je sve išlo u najboljem redu, počeše se ljudi sve više na njem voziti, tako da je vremenom obilno naplatio trošak, što ga je Fulton s njime imao. Fulton je poslije toga gradio više parobroda, i za njekoliko godina plovile su parnjače po svih riekah i jezerih sjeverne Amerike.

Mnoge sjevero-amerikanske države, kao Ohio, Missouri, Illinois i Indiana imadu svoj nagli procvat ponajviše da zahvale tomu, što se je uvedenjem parobroda silno podigla komunikacija na riekah. U Europi su se manje rabili parobrodi, pošto ovdje promet po riekah nebijaše tako zamašan kao u Americi. Prvi parobrod u Europi, što ga je napravio Henry Bell, plovio je riekom Clydeom u Škotskoj. Bio je upravo tako uredjen kao i Fultonov „Clermont“.

Parobrodarstvo se je silno razvilo, odkada počeše parobrod rabiti za plovitbu po moru. U tu svrhu valjalo je graditi velike parobrode s jakimi strojevi, jerbo mali parobrod bio bi dostatno nakrcan već samim ugljenom, što ga mora sobom povesti za velik put, kao n. pr. iz Europe u Ameriku. Englezi koji imaju tolike naselbine odieljene od njihove zemlje velikimi mori, najviše su sagradili parobroda za plovitbu po moru. Pravili su sve veće brodove, a od svih je najveći „Great Eastern“, koji je bio ponajpače opredieljen, da obći med Englezkom i iztočnom Indijom. Ovaj orijaški brod dug je 220 metara a širok 26 metara, te ima 12.000 putnika na njemu mjesta.

Njegovih pet parnih strojeva ima ukupnu jakost od 11.500 konjskih sila. Po sgodnom vjetru može brod i jedra razviti. Uglja toliko nakrca, da može ploviti 60—70 dana, a u ovo doba može on prevaliti put iz Europe u Indiju ili u Australiju i natrag. Ovaj orijaški brod bijaše gotov god. 1857. Kada ga 3. novembra iste godine htjedoše spustiti sa diljâ u more, pokaza se, da su preslabi svi strojevi, koji su do onda rabili u tu svrhu. Oni ga nemogoše ni maknuti, s toga je valjalo napraviti jače strojeve. Uza sve to trebalo je cielu četvrt godine, dok je provalio put od 95 metara, te dospio u vodu. 8. rujna god. 1859. odplovio je istom „Great Eastern“ u veliko more. Velike nade, koje njegovi posjednici gojiše, nisu se izpunile; brod se nije nikada izplatio, pošto se za nijedan put nije našlo dosta putnika i robe, da bude pun. Poslije je rabio naročito za polaganje velikih kabela, kako već spomenusmo, govoreć o kabelu izmedju Englezke i Amerike. Izim toga služio je u iste svrhe takodjer

u indijskom i kinezkom moru. Mnogo troškova prouzročiše posjednikom „Great Easterna“ neprestani popravci, tako da su s njim imali mnogo štete. Kada ljudi tim uvidiše, da ovakovi orijaški brodovi nisu koristni, stadoše opet graditi manje brodove, koji bolje odgovaraju svojoj namjeri.

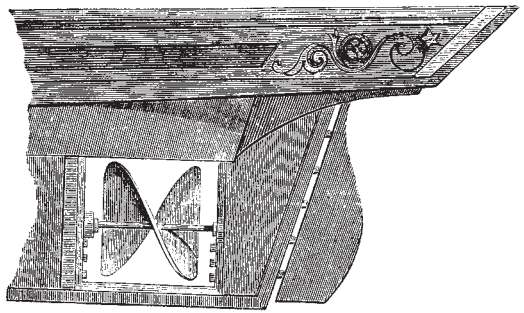
Parobroda ima dvie vrsti: na kotače i na vijak. Prvi su stariji. Mi znamo da je prvi izumitelj parobroda Papin g. 1707. tjerao ga pomoćju velikih kotača sa lopatami. Fulton je isto tako radio, a i svi drugi za njim. Bilo je to doduše već god. 1752. kada je znameniti matematik Daniel Bernouilli kazao, da bi se brodovi mogli tjerati pomoćju vijka, ali se je to zbilja izvelo mnogo kasnije. To učini Frédéric Sauvage, rodom iz Boulogna u Francuzkoj.* On je stvar zamislio i prokušao, ali je u veliko izvesti nije mogao, pošto ga proganjahu razne nesreće. Radi duga zatvoren u Boulognu, gledao je iz prozora svoje tamnice pokuse, koje je u luci pravio njegovim izumom zapovjednik englezkoga broda „Ruttler.“ Pokusi uspješe sjajno, a za jadnog izumitelja nije nitko znao ni pitao. Ovaj prizor strese Sauvagea tako, da je umom šenuo od tuge i ogorčenja. Umro je god. 1857. u njekoj parižkoj ludnici.

Vijak parobroda ruje se kroz vodu upravo onako, kako se obični vijak ruje kroz drvo, samo je razlika ta, da je voda gibiva te popušta vijku, tako da se on nemože u njoj za toliko napred prorovati, koliko to može vijak u tvrdom drvu

* Za čast, tko je prvi uporavio vijak za tjeranje parobroda, otimlje se Austrija, Francuzka i Englezka. Kao i kod mnogih inih izuma neda se točno kazati, tko ih je prvi izveo, ali opet dvojbe neima, da svaki od njih ima pri tom nešto zasluge. Za Josipa Ressela, rodjena god. 1793. u Chrudimu u Českoj kažu, da je kao djak već god. 1812. narisao plan parobroda s vijkom. God. 1827. uzeo je patent na taj izum, a god. 1829. bi pokušan njegov parobrod u tršćanskoj luci uz oduševljeno saučešće občinstva. U priznanje toga resi danas Resselov kip trg pred tehničkom školom u Beču. Uza sav taj krasni uspjeh zaboraviše kod nas ljudi opet na parobrod s vijkom, dok tu ideju nepoprimi inozemstvo i to ponajprije Francuzka, te ju sjajno izvede. Francuzi pripisuju glede toga svu zaslugu Frédériku Sauvageu.

(sl. 184.). Ali za nješto se on ipak uviek napred pomakne, pa kako se on kreće velikom brzinom, 100—180 puta u jednoj minuti, to se ovi mali pomaci sastave tako, da brod brzo napred juri. Oblik vijka mnogo su ljudi mienjali i popravljali, tako da ih ima mnogo vrsti. No u tom se svi slažu, da se neuzme mnogo zavoja na vijku jer to nebi ništa koristilo. Uzimlje se samo nješto preko jednog zavoja, jer da ih je više, jedan bi smetao drugomu. Snaga vijka se pojača, ako se poveća njegova površina, s toga se uzme promjer vijka obično $1^1/_2$, 3, 5 met. i više.

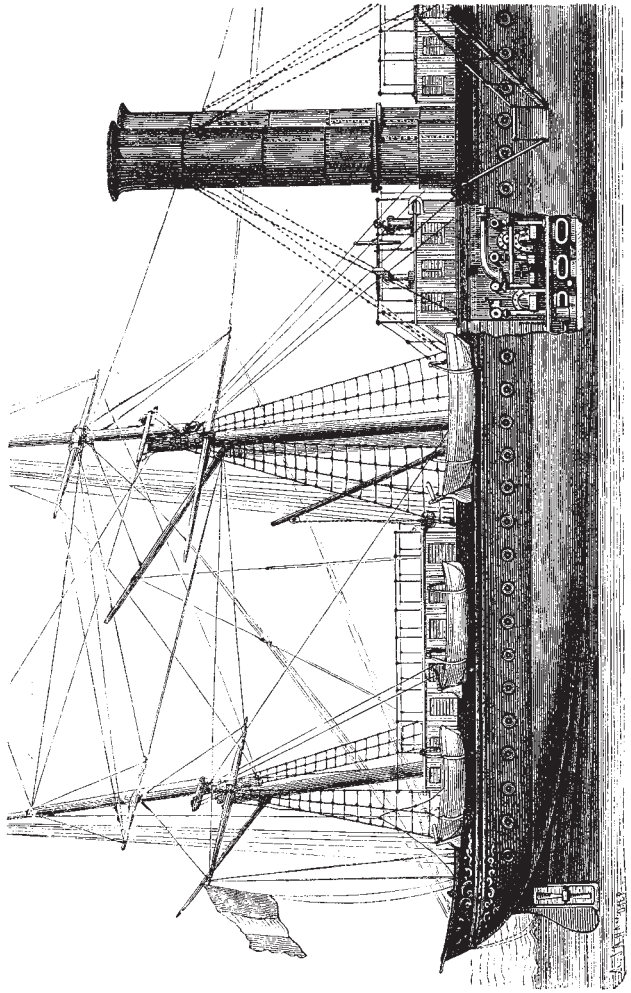
Svrnimo se malo k parobrodom s kolesi. Poznato je, da oni imaju dva kolesa, na svakoj strani broda jedno. Ona su na-



Sl. 184. Vijak na parobrodu.

činjena od željeza, te su na njima učvršćene drvene ploče, tako zvane lopate. Kada se kolo vrti, opire se time lopatami o vodu i tim giblje brod napred. Lopate su na kolu tako pričvršćene, da su uvjek tri ciele lopate u vodi. Kada je more nemirno, tako da se brod silno lulja, onda je svako kolo izmjenice izvan vode i opet duboko u vodi. U takovih okolnostih se brod slabo napred giblje, i to je jedan od glavnih uzroka zašto na moru sve više preotimlju mah brodovi na vijak. Vijak, koji se nalazi na dolnjoj česti broda, uvjek je u vodi, zato takov brod mnogo sigurnije plovi po uzburkanom moru, nego parobrod s kolesi (sl. 185.). Ima još drugi uzrok premahu parobroda

na vijak. Taj uzrok je, što se na ovakovih brodovih liepo mogu rabiti jadra, ako je dosta vjetra, te tim prištediti go-

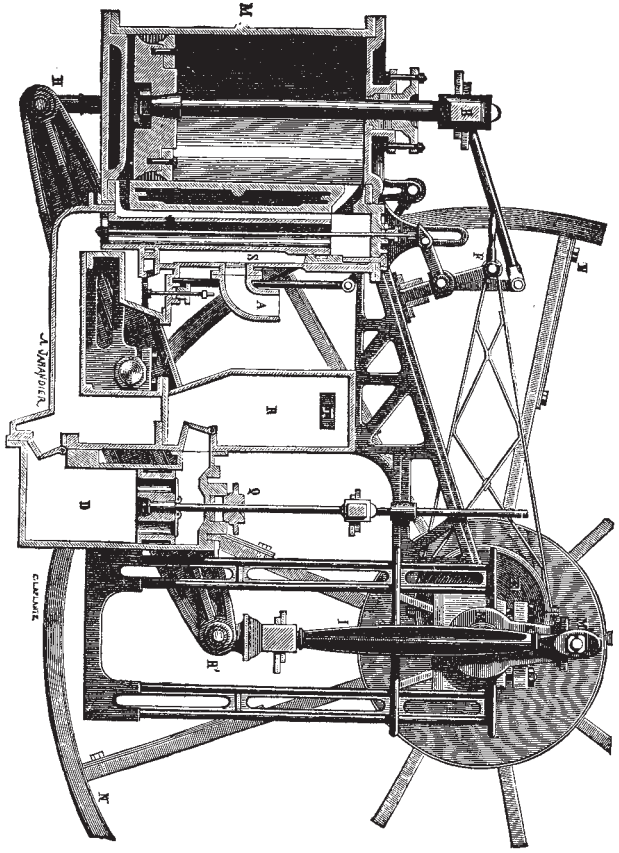


Sl. 185. Parobrod na vijak.

riva. Mirujući vijak nesmeta plovitbi broda toliko, koliko smetaju mirujuća kolesa svojimi lopatami.

*

U ratnoj mornarici naročito uveden je vijak obćenito. Tomu ima više važnih razloga. Na ratnom brodu zapremaju kolesa baš najbolje mjesto za topove, u bitci će neprijateljska zrna najlaglje uništiti kolesa, i onda je brod izgubljen pošto

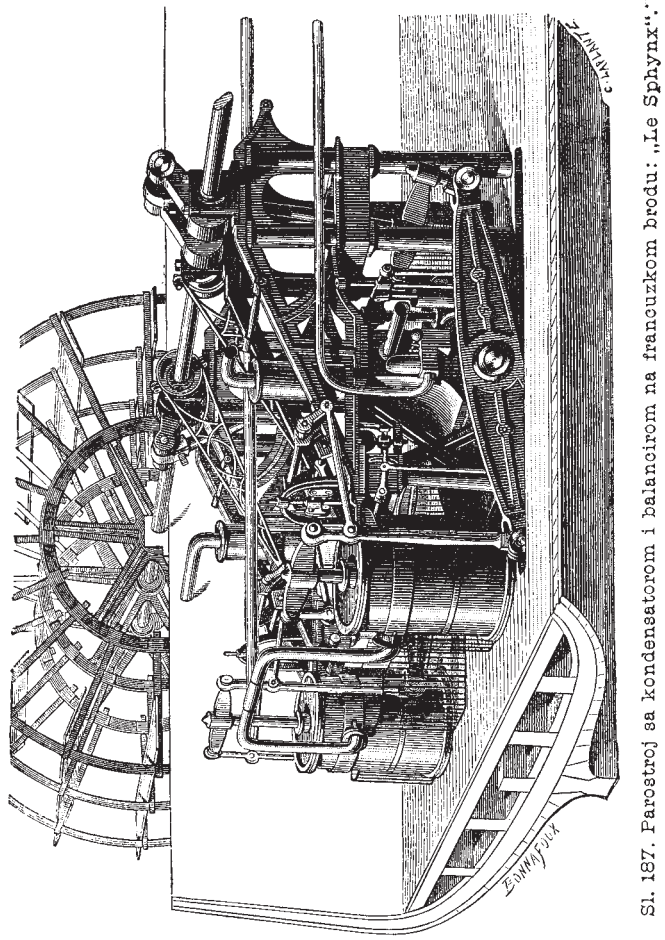


Sl. 186. Prorez parostroja sa kondensatorom i balancirom na parobrodu.

se nemože više gibati. Vijak pako, koji je uvjek 2—3 metra duboko pod površinom vode, siguran je od neprijateljskih topova.

Po ovom što smo dosada čuli, mogao bi tkogod pomisliti, da će parobrodi na vijak vremenom sasvim iztisnuti parobrode na kolesa. Toga se netrebamo bojati. U plitkih riekah i jezerih

uvjek će rabiti parobrodi s kolesi, pošto nerone tako duboko u vodu, kao oni na vijak.



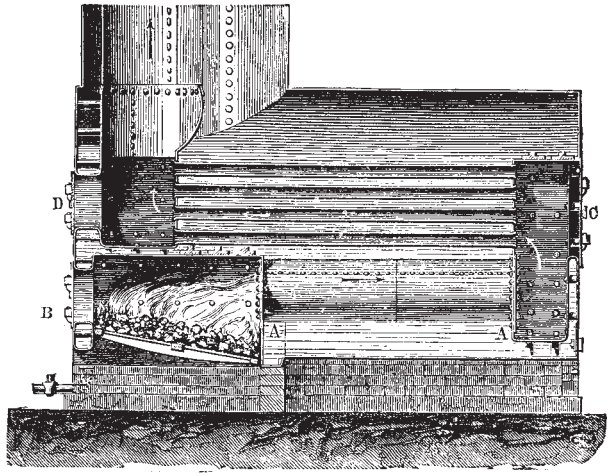
Sl. 187. Parostroj sa kondensatorom i balancirom na francuzkom brodu: „Le Sphynx".

Kolesa kao i vijak kreće parni stroj. To doduše već znamo, ali moramo ipak malo točnije promotriti, kako su uredjeni parostroji na brodovih. Tu se rabe i strojevi s kondensatorom i bez kondensatora, a svaki od tih strojeva je nješto drugačije

uredjen, prama tom da li služi brodu s kolesi ili sa vijkom. — Kod prve vrsti brodova najviše uzimlju Wattov stroj, dakle parostroj s kondensatorom. On je ovdje upravo onako uredjen, kako smo ga već opisali u članku o parostroju. Samo je u toliko priudešen, da se prištedi čim više prostora. Naša slika (sl. 186.) pokazuje nam prorez takova parostroja. *M* je parni valjak, u koji ulazi para cievju *A*, te kroz pomicaljku *S*. — *H H*^{1} je tako zvani balancir. Kod običnih parostrojah je on namješten na gornjoj strani stroja, dočim je kod brodova, kako vidimo na našoj slici, namješten na dolnjoj strani. Tim se prištedi mnogo prostora. Jedna strana *H* balancira pričvršćena je na motki *B*, koja je spojena s čepom parnoga valjka, dočim druga strana *H'* kreće motkom *I* i vrtilom *MM'* kolo parobroda *N*. *D* je kondensator, a *Q* je motka od sisaljke, koja izvlači toplu vodu iz kondensatora. *E F* je sprava za reguliranje pomicaljke, koju giblje motka *M*.

Da vidimo, kakov je vanjski oblik takova parostroja, poslužit će nam slika, koja nam prikazuje parostroj francuzkoga broda „Le Sphynx“ (sl. 187.). Vidimo da je taj parostroj dvostruk, t. j. ima dva parna valjka, za svako kolo po jedan. Parni kotlovi parobroda drugačije su uredjeni nego parni kotlovi običnih parostroja. Oni naliče parnim kotlovom lokomotive na željeznici. Na brodu valja kao i na lokomotivi šteditи prostor, s toga se je moralo nastojati u malom parnom kotlu razviti čim više pare. U tu svrhu je parni kotao tako uredjen, da kroz njega prolaze cievi, kroz koje izlaze ugrijani plinovi i zrak. Voda, koja je na ovakov način sa svih strana u dodiru s vrućimi željeznimi cievmi, ugrije se brzo i daje veliku množinu pare. Na našoj slici (sl. 188.) vidimo takov parni kotao. *B* je ognjište. Toplina od ognjišta sa plinovi i dimovi ugrije ponajprije trup do kotla *AA*, te prodje kroz cievi, oko kojih se nalazi voda, pa onda tek predje u dimnjak *D*.

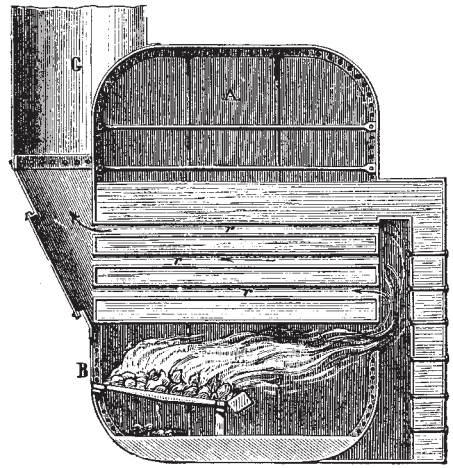
Nješto drugačije je uredjen parni kotao, kako nam ga prikazuje slika 189. Ovdje je ognjište *B* sa svih strana obkoljeno vodom, osim toga idu još plinovi i dim kroz cievi *rrr* u dimnjak *G*, iz kojega izlaze u zrak, pošto su svoju vrućinu predali vodi,



Sl. 188. Parni kotao na morskom parobrodu.

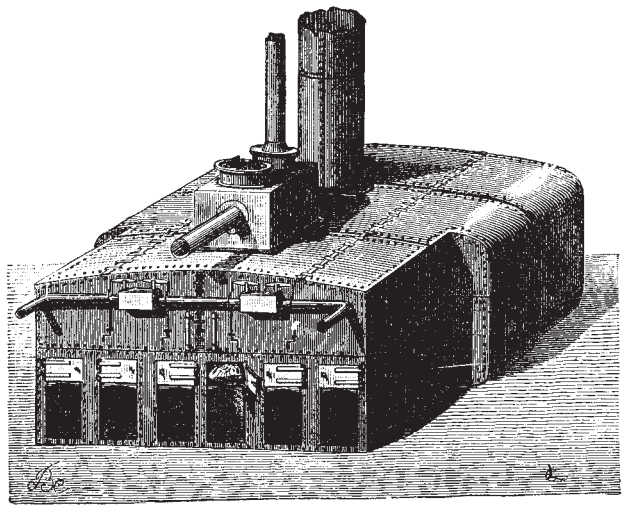
koja ih okružuje. Na velikih brodovih, gdje treba jako mnogo pare, jesu obično dva ili četiri parna kotla, jedan uz drugi, svaki sa svojim posebnim ognjištem. Slika 190. pokazuje nam parne kotlove broda „Le Sphynx“, kojega parni stroj smo takodjer vidili.

Parobrodi na reakciju. U novije doba počeše graditi takodjer parobrode, kod kojih nevidimo ni vijka ni kola, a ipak se ovi novi brodovi giblju kao i drugi. Što ih dakle giblje? Odmah ćemo čuti. Izpalimo li zrno iz topa, to će top odskočiti natrag, jer ona ista sila, koja je izbacila zrno na jednu stranu, potjerala je top na



Sl. 189. Parni kotao parobroda: „L'Isly“.

drugu stranu. Mislio bi tko, da bi onda morao top na drugu stranu isto tako daleko poletiti kao zrno. To bi i bilo, da nije top tako velik i težak, pa ga nemože ista sila baciti tako daleko kao što može baciti maleno zrno. Isto ćemo to opaziti na sliedećem pokusu. Objesimo na nit posudu punu vode, koja ima blizu dna na strani otvor. Dok je ovaj otvor zatvoren, visiti će boca mirno, čim otvorimo čep, proteći će njim voda, a ciela će se posuda nagnuti na tu stranu. Ovaj učinak zo-



Sl. 190. Vanjski lik parnih kotlova na parobrodu: „Le Sphynx".

vemo reakcijom. Ljudi, koji su poznavali ove pokuse, pomišliše, da ako iz broda stanu tjerati velikom silom vodu, da će se i ovdje pojaviti reakcija, te će se brod gibati na protivnu stranu. Kažu, da je znameniti matematik Daniel Bernouilli prvi izrekao ovu ideju. Trebalo je pokusom se osvjedočiti, jeli se ona zbilja može izvesti. Amerikanac Rumsey napravio je za pokus malenu ladju prama toj ideji. Ona se je doduše gibala, ali veoma polagano, valjda zato, što nije bila shodno udešena, a biti će glavni uzrok i to, što je bila pre-

malena. Izkustvo nas je naučilo, da pokusi s malenimi modeli obično slabo uspiju.

Edinburžki mjernik R. Ruthven napravi god. 1851. nješto veći brod na reakciju. Na njemu je parni stroj od tri konjske sile tjerao kroz otvor vodu iz broda. Ovaj drugi pokus već je bolje uspio, pošto je Ruthvenov parobrodić na reakciju u jednoj uri provalio osam morskih milja. Na temelju toga sagradi pet godina poslije njemački mjernik A. Seydell uz pripomoć pruske vlade parobrod na reakciju, sličan Ruthvenovu brodu. Ovaj parobrod, nazvan „Albert", imao je parni stroj od trideset konjskih sila. Pokazalo se je, da ovaj brod isto tako brzo ide kao i parobrod na vijak ili kolesa. Poslije toga sagradiše u Belgiji i Englezkoj više takovih brodova, koji su svi služili upravo onako dobro, kao drugi parobrodi.

Pogledat ćemo malo, kako su sastavljeni parobrodi na reakciju. Kazali smo već, da ih je usavršio Ruthven. Prije njega uzimali su na takovom brodu običnu sisaljku, koja je vodu bacala iz broda. Nu ovakova sisaljka radi na mahove, s toga ju Ruthven zamjeni sasma drugačijom. On uze vreteno, na kojem je bilo više savinutih ploča kao krila. Vreteno se brzo okreće, te tim siše odozdol vodu, a na drugoj strani ju baca napolje. Dakako, da tomu treba jak parostroj, koji će kretati silnom brzinom vreteno. Na englezkom ratnom brodu „Waterwith", koji je po tomu sustavu gradjen, kreću vreteno tri parna stroja, svaki od 50 konjskih sila. Vreteno zajedno sa svojih 12 krila ima preko 4 metra promjera, te je zatvoreno u okrugloj posudi, koja ima 6 metara promjera. Ciev, kojom voda izlazi iz te posude, dieli se u dvie, od kojih svaka ide na jednu stranu broda, te prolazi kroz stienu broda, pa se onda sagne prama zadnjoj strani broda. Otvori tih cievi su četverouglasti, dužina im je 60 centimetara, a širina 45 centimetara. Lahko je pomisliti, da ovako jak stup vode, koji velikom brzinom teče iz broda, može nješto učiniti.

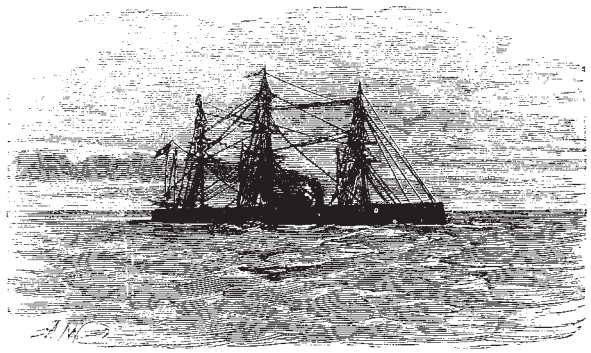
Probitci brodova na reakciju sastoje u tom, što se dadu veoma lahko ravnati i to bez kormila. Treba samo mienjati

smier cievi, kojimi voda ističe, jer se brod giblje uvjek u protivnom smieru od onoga, kojim voda ističe. Reguliranjem tih otvora možemo postići, da se brod na mjestu okrene, dočim svaki drugi brod treba za okret, da učini veći ili manji luk. Isto tako možemo po volji ravnati brzinu broda. Uza sve ove vrline imaju ovi brodovi i njeke mane, koji su uzrokom, da se do sada još malo rabe. Kako će dalje biti, pokazati će budućnost.

Nemožemo da svršimo naš članak o parobrodih a da nespomenemo bar još koju rieč o parobrodarstvu po amerikanskih riekah. Na ovih bo riekah, kako znamo, rodio se je parobrod i ovdje oni prvi put pokazahu svoju vriednost. Pa ne samo to, nego oni su i neizmjerno doprinjeli kulturi onih krajeva, gdje jedina obćila bijahu velike rieke. Mnogi rad i mnoga naselbina ima dazahvali svoj postanak i procvat tim parobrodom.

Parobrode, koji danas plove po Missouriu, Mississipiu i Hudsonu mogli bi nazvati putujućimi hoteli. I zbilja donjekle više sliče kući nego li brodu. Jarbola neimaju, jako su široki, te su gradjeni na dva, tri, dapače i na četiri kata. U većih od ovih brodova ima po 200 većih i 250 malih soba, tako da u njih prespavati može do 900 ljudi, od kojih svaki dobije svoj krevet, a izim toga ima ih još za tri puta toliko mjesta. Sve prostorije su krasno uredjene, osobito blagovaonice, koje su urešene slikami i cviećem te sjajno razsvietljene. Osobito važnu ulogu su imali ovi parobrodi u gradjanskom ratu izmedju amerikanskoga sjevera i juga za odpremanje vojske, ali još veću jer mironosnu zadaću imaju sada, dopremati naime ljude u one nenaseljene ali bogate krajeve Mississipia, da pretvore divljač u plodonosno kulturno tlo.

Ne manje liepi i veliki su takodjer parobrodi, koji obće med starim i novim svietom. To su gorostasi na moru, koji prkose svim nevremenom. Naša slika 191. predočuje nam takav jedan parobrod za prekoatlantičke vožnje. Prije je trebalo sa brodovi na jedra njekoliko mjeseci, da stignemo iz Europe u Ameriku, a sad trebamo njekoliko dana. Parobrodi su podali u novije vrieme i trgovini novi, nenadani polet, te su iztisnuli već prilično iz velike trgovine prenašanje robe u jedrenjačah. Danas sva velika trgovina na moru rabi već parobrode za prevažanje robe, jer je prevažanje robe po parobrodih mnogo sigurnije, brže i jeftinije. Žalibože ova brza promjena u trgo-



Sl. 191. Parobrod za prekoatlantičke vožnje.

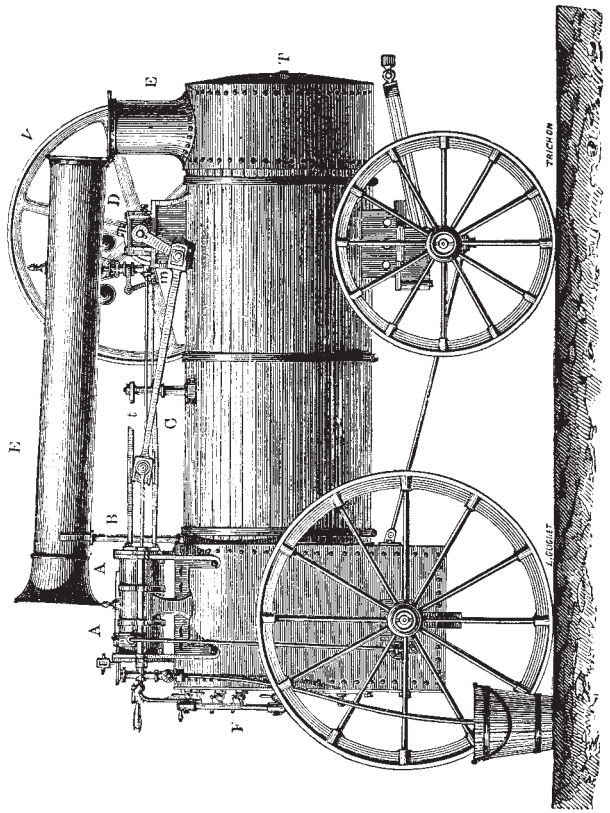
vinskom prometu naškodila je mnogo našemu hrvatskomu brodarstvu, koje još sastoji sasvim u jedrenjačah, a naši brodovlastnici nisu na brzu ruku smogli toliko glavnice, da pretvore svoje jedrenjače u parobrode, pak su im uslied toga mnogo posla i na naših obalah oteli tudjinci. Stalno se smijemo nadati, da će se i tomu brzo naći lieka.

Lokomobil.

Povjestnički podatci o lokomobilu. — Opis lokomobila. — Njegova poraba. — Parna kola.

Odkako je čovjek odkrio veliku silu vodene pare, kako je vidio da može tu silu u parnom stroju po svojoj volji ravnati, pa ju upotrebiti za posao, stao je smišljati, gdje i na koji bi se način mogao okoristiti tom silom, da zamjeni čovječje ruke i životinjsku snagu. Čuli smo već, kako je čovjek upregnuo tu silu, da mu ona vuče željezničke vlakove, kako je stvorio lokomotivu, vidili smo, kako ju je zapregnuo u brodove, da ih ona po vodi tjera i stvorio tako parobrode. Ali osim toga je vidio čovjek, da bi si mogao stvoriti parostroj, koji bi mu pa ma i na kratko vrieme sad ovdje sad ondje, sad ovaj sad onaj posao mogao obavljati. Trebao je parostroj, koji bi mogao prenašati na razna mjesta bez velikih neprilika, da mu on jednom ore, žanje, sije polje, da mu drugi put grabi i vuče vodu, da ravna vatrogasnom štrcaljkom, da nabija stupove i nasipe, da diže grede i kamenje i da u sto drugih poslova zamjeni čovječje ruke. U Americi osjetiše ponajprije nuždu, da si takav stroj stvore, jer neimadoše dosta radnika, da si obrade svoja polja. I oni napraviše prvi takav parni stroj, koji su mogli za svaki posao upotrebiti i svakamo ga lahko odpremiti. Stroj taj zovu lokomobil.

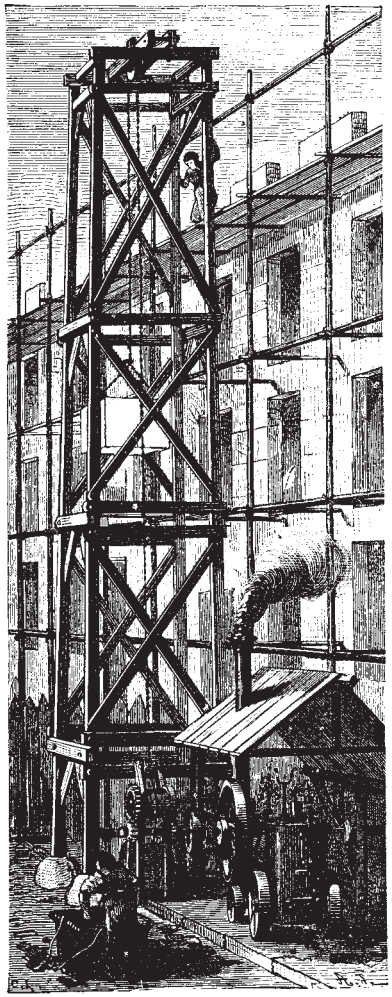
Praktični Englezi povedoše se umah za Amerikanci, te je na svietskoj izložbi u Londonu god. 1851. već bilo izloženo nekoliko takovih strojeva. Tom sgodom upozna se s njimi i ostala Europa, ali se oni ipak tabo brzo nerazšire po Europi, kako bi čovjek mislio. Glavni uzrok tomu bijaše predsuda, da parostroji otimlju radnikom kruh. Izkustvo obori tu krivu misao, ono je pače dokazalo da obratno parostroji svagdje podižu obrt, pa tim pomnožaju broj potrebnih radnika. Osim toga još parostroji poboljšavaju stanje radnika, pošto obavljaju mjesto njih najteži posao, te su s toga u svakom obziru na njihovu korist.



Sl. 192. Lokomobil.

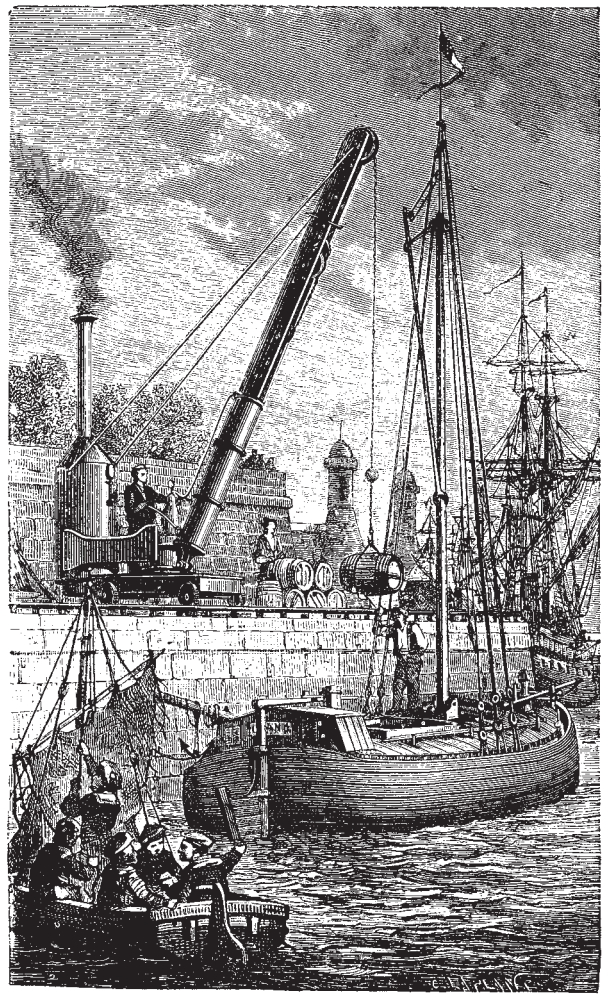
Lokomobil je jako jednostavno uredjen. On neima kondensatora, nego sastoji samo od parnoga kotla i parnoga valjka sa čepom i potrebnimi polugami. On stoji na kotačih, te nije osobito težak, tako da ga jedan ili dva konja mogu i po lošijoj cesti lahko odvući na opredieljeno mjesto (sl. 192.). Parni valjak *A*, koji je po-

stavljen horizontalno povrh kotla *FCT*, giblje motku *B*, a ova opet okreće polugom *t m* i pomoćju motke *D* kolo *V*, koje stoji gori na stroju. Oko ovoga kola omotan je remen. Ako sada ovaj remen obavijemo oko kola kojega drugoga stroja, n. p. mlatila za žito, pluga za oranje, sisaljke za vodu itd., to će lokomobil kretati i gibati ove strojeve. Oni će obavljati i raditi poslove, koje bi inače čovjek ili domaća mu životinja morala raditi.



Sl. 193. Dizanje gradje sa lokomobilom.

Na slici našeg lokomobila viditi ćemo, da se dimnjak *EE* može dole spustiti. Neznatna ta uredba ipak je tu potrebita i to radi toga, da se lokomobil može, kada s njime neradimo spremiti u zaklonjeno spremište ili u sušu. Prva namjena lokomobilu bila je, da on obavlja poljske poslove, no naskoro počeše rabiti lokomobile i u obrtne svrhe, da ovdje obavljaju radnju, koju je inače svršavala čovječja ruka. Kod velikih gradnjah služe danas mnogo strojevi ove vrsti (sl. 193.) i to u razne svrhe. Oni imadu tu pripravljati i mješati maz, dizati opeke i kamenje u vis, izpravljati i dizati silne grede. Lokomobili danas izgradjuju u vodi mostove, prave nasipe, zabijaju pilote; oni lome kamenje,

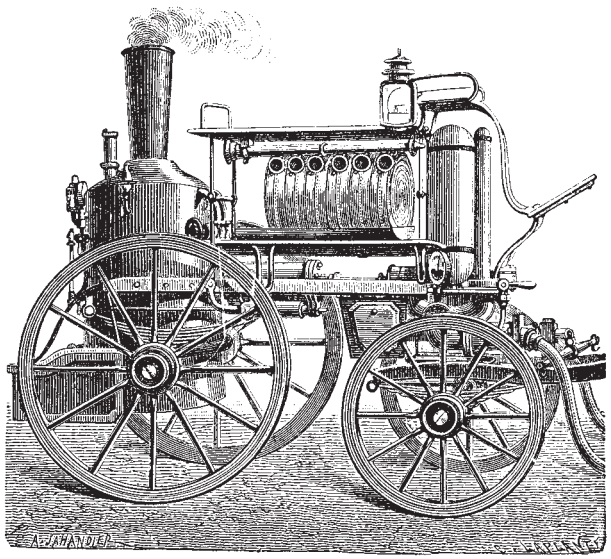


Sl. 194 Iztovarivanje broda sa lokomobilom.

buše pećine, izgradjuju tunele. Za natovarivanje i iztovarivanje velikih tereta na brodove rabe u primorskih gradovih loko-

mobile, kako nam to predočuje slika 194., gdje lokomobil diže bačve iz broda, pa ih na kopno prenaša.

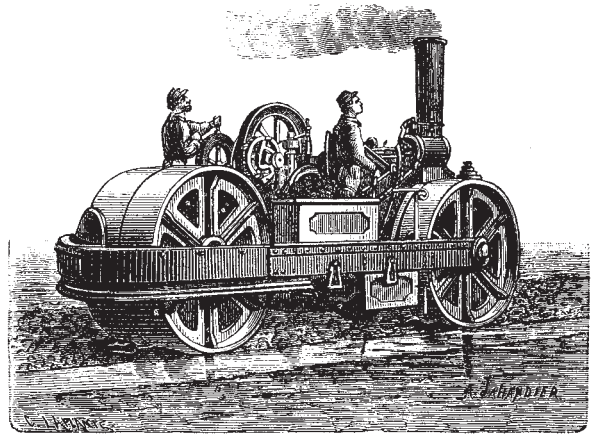
U velikih gradovih napraviše u novije doba vatrogasne štrcaljke sa lokomobili. Kod obične štrcaljke, svatko to dobro znade, moraju ljudi vući i gibati čepove, da štrcaljka vodu izbacuje, a uz to se mora neprestano dovažati nova voda iz obližnjega zdenca ili koje druge vode. No kod štrcaljkah sa lokomobilom tjera i baca sam lokomobil vodu, pa ju odmah i sam



Sl. 195. Vatrogasna štrcaljka sa lokomobilom.

dovlači i to puno brže i bolje, nego što bi to čovjek mogao učiniti (sl. 195.). Dakako da je kod ovoga parostroja glavna stvar, da se voda u kotlu brzo ugrije, te da štrcaljka čim prije počme raditi. Pa zbilja parni kotao ovakovih parostroja, koji je uredjen po sistemu Fuldovu, proizvede već u 8 časova toliko pare, da štrcaljka počme bacati vodu, te onda baca takav stroj u jednom času do 900 litara vode u visinu od 45 metara. Nismo tim još ni izdaleka izcrpili porabu lokomobila.

Njim nadalje izgradjuju i izravnivaju ceste i gradske ulice posipavaju šljunkom, koji treba dobro nabiti, da bude cesta gladka. Najobičnije se to čini velikimi valjci, koje konji po ulicah vuku. Treba u tu svrhu zapregnuti jedno 10—12 konja. Lahko si je predstaviti, koliko mora ovakova povorka konja da smeta prometu u živahnih ulicah velikoga grada. Koliko se tu vremena izgubi, kada treba okrenuti konje. Sada se u velikih gradovih upotrebljavaju valjci, koje valja para, te su tim prestale sve spomenute neprilike (sl. 196.), po-

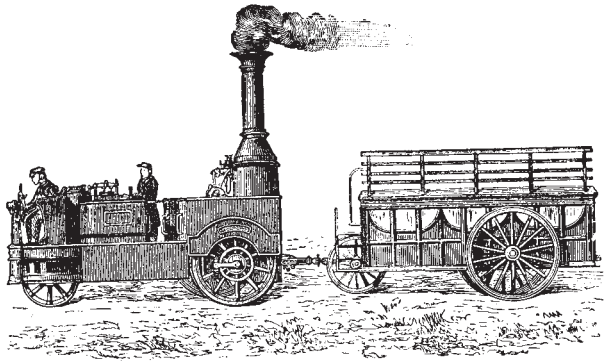


Sl. 196. Parna kola za ravnanje ceste.

što možemo cielu spravu gibati i napred i natrag, te ju netreba okretati, a tim se prištedi mnogo vremena i prostora.

Govoreć o željeznicah, spomenusmo, kako iz početka htjedoše ljudi uporaviti željeznice na obične puteve. To nije za rukom pošlo, željeznice se nemogoše podići, dok im ljudi neprirediše gladju cestu, dok ih naime nepostaviše na željezne tračnice. U novije doba povratiše se ljudi opet na onu ideju, da na običnoj cesti parom vuku kola. Lotz u Nantesu napravi god. 1864. takova kola, te ova provališe bez ikakove nesgode 400 kilometara dugi put iz Nantesa u Pariz za osam

dana. Za Lotzem povedoše se i drugi. Tako napravi godinu dana kasnije mehanik Albaret u Lioncourtu nešto drugačija parna kola, koja su takodjer dosta dobro odgovarala svojoj svrsi. Da se je francuzka vlada uslied ovih pokusa nadala dobromu uspjehu ove nove vrsti prometala, vidi se iz toga, što već god. 1866. izda naredbu, kojom dozvoljuje, da po običnih cestah obće parna kola. Ova naredba znatno unapriedi njihov dalnji razvitak. Mnogi se stadoše truditi, da ih urede čim bolje i praktičnije. Osobito se na tom polju odlikovaše prije spomenuti Lotz u Nantesu. Njegova parna kola vukoše po dobroj

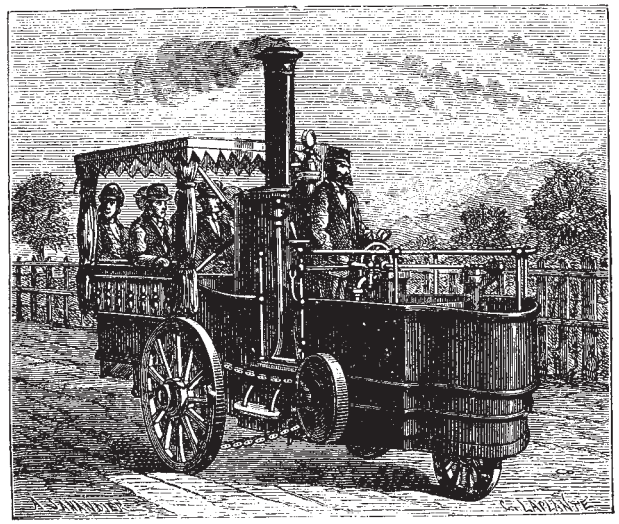


Sl. 197. Lotzova parna kola.

cesti 5—6 tona (po 1000 kgr.) brzinom od 16 kilometara u jednom satu (sl. 197.). U Englezkoj nehtjedoše takodjer zaostati u tom pogledu. Aveling i Porter u gradu Kentu, grofovije Rochester, sagradiše parna kola sa pet kotača. Čovjek, koji sjedi na prednjoj strani tih kola, upravlja njimi slično kako to radi kormilar na brodu. Ali pošto sva ta kola svojimi željeznimi kotači jako kvare cestu, domisli se Thompson, da obloži njihove kotače vulkanisiranim kaučukom. Ovaj čuva svojom elastičnošću cestu. Da pokaže Thompson, koliko valja njegov izum, vodio je svoja parna kola preko neke livade, a kola ostaviše na njoj, uzmemo li u obzir njihovu težinu, zbilja

za čudo slabe tragove. Thompsonova kola rabe u Englezkoj za voženje ugljena iz rudnika, a u Edinburgu obće gradom omnibusi, koje vuku njegova parna kola.

Još bolja parna kola napravi god. 1875. Bollée, mehanik u Mansu u Francuzkoj. Ona se odlikuju osobito tim, što su tako uredjena, da se mogu po volji favnati, da idu polaganije ili brže, da stanu ili okrenu. Ovo bijaše znamenit napredak u konstrukciji parnih kola.



Sl. 198. Nova Lotzova parna kola.

U isto vrieme po prilici popravio je opet Lotz svoja parna kola. Tim ona dobiše oblik, kako ga vidimo na našoj slici (sl. 198.). Parni kotao, koji je pri njegovih prijašnjih kolih ležao položito, postavi on sada ustubočce, tako da je sada zapremao manje prostora. Uz to su bila i ta kola tako priredjena, da se je mogla mienjati brzina njihova teka, što je svakako potrebito u ulicah sa živahnim prometom, da se predusretne svakoj nesreći.

*

Obazrev se tako na razvitak parnih kola, dolazimo do zaključka, da ona uz sva poboljšanja neodgovaraju ipak sasvim svojoj svrsi. Tomu ima više razloga. Na običnih cestah ima odveć velikih strmina, nego da bi ih lahko mogla nadvladati parna kola. Uz to su ceste hrapave, tako da težka parna kola potroše veliki dio svoje snage samo na to, da nadvladaju zaprieke, koje im stavlja hrapavost ceste. U gradovih ima još većih potežkoća. Sila pare odveć je jednolična, da zamjeni snagu konja. Konj povuče sada jače, sada slabije, već po tom kako je potrebno, toga kod pare neima. Sve ovo je uzrokom, da se parna kola malo rabe, dapače na nekih mjestih, kao n. pr. u Parizu, gdje su se već rabila, su ih opet dokinuli.

Spomenuti nam je još, da su u zadnjem njemačko-francuzkom ratu služila parna kola kod obsjedanja Pariza. Ona su vukla ogromne topove, koji su bacali svoja ubitačna taneta u obsjednuti grad. Da su se tim pokvarile krasne ceste okolice parižke, zato nije u ono doba naravno nitko mario.

Po cielom, što smo do sada saznali, pomislili bi, da parna kola neimaju nikakove budućnosti. Ali ipak se i njim otvara polje, na kojem se već sada mnogo rabe, te će se bez dvojbe još i više rabiti. To su velike tvornice, iz kojih treba silnu robu odvažati do spremišta, do grada, željezničke postaje itd. Takova tvornica može imati svoju posebnu cestu, priredjenu za parna kola, koja će joj razvažati robu, te joj zamieniti konje. Pa ako nigdje drugdje, ovdje mogu parna kola mnogo koristiti.

SADRŽAJ.

Strana

Predgovor. III

Uvod u novovjeke izume. Napisiao dr. Mijo Kišpatić.

Danas i nekoč. — Stara vremena. — Promet kod Rimljana i u srednjem vieku. — Današnji promet. — Duševno naobraženje u starija vremena i danas. — Život je postao laglji, sigurniji i bolji. . . . . X—XV

Upliv prirode na razvoj ljudstva. — Slabost i nevolja sili na rad. — Upliv prirode na čovjeka; oblik zemlje, podnebje, bilinstvo i životinjstvo — Australac. — Lovački i ribarski narodi — Nomadi — Poljodjelci. — Kulturne zemlje: Kina, srednja Indija, Egipat, Afrika, Europa. . XVI—XXIII

Australci, Amerikanci i Kinezi:

I Prirodni odnošaji, bilinstvo i životinjstvo Australije. — Australac, stan njegov i hrana. — Obiteljski život. — Vjera. — Država. — Jezik. — Papuanci. — Malajci i Javanci. . . . . XXIV—XXVII

II. Kultura u Ameriki: Meksiku i Peru. — Prirodni odnošaji, bilinstvo i životinjstvo Amerike — Amerikanac, stan i život mu. — Obitelj. — Ćud. — Vjera. — Jezik . . . . . XXVIII—XXXIII

III. Prirodni odnošaji, bilinstvo i životinjstvo u Kini. — Kinez, njegovo odjelo, kuća, hrana i piće. — Poljodjelstvo u Kini. — Ćud Kineza. — Odgoj djece. — Car. — Plemstvo znanja — Državna uprava. — Obrt i trgovina u Kini. — Kinezka književnost — Znanost u Kini. — Vjera i jezik. . . . . XXXIII—XLIII

Crtice o razvoju našega znanja. — Stari vieк: Grčki filosofi. — Arhimedova odkrića. — Optika kod Grka. — Astronomija u starom vieku. — Srednji vieк: Prouča-

Strana

vanje starih spisa. — Astrologija. — Alkemija. — Praktički izumi, papir, tisak, puščani prah, busola itd — Seoba naroda. — Ratovi. — Kužne bolosti. — Naobraženje u srednjem vieku. — Novi viek: Astronomija. — Ure. — Dalekozori. — Mehanika i hidrostatika. — Razvoj optike. — Nauka o toplini i pari. — Munjina i magnetizam. ..... XLIV—LXII

Novovjeki izumi. Knjiga prva. Napisao Ivan Šah.

Magnet. — Magnet kod starih naroda. — Naravni i umjetni magneti. — Magnetička igla. — Tumačenje magnetičkih pojava. — Magnetičnost naše zemlje ..... 1—10

Munjilo. — Znanje o munjini u starom i srednjem vieku. — Prvi iztraživalac munjine Gilbert. — Guerickeovo prvo munjilo. — Hauksbéeovo munjilo. — Dufayeva iztraživanja — Munjilo Nolleta, Nairnea. — Lajdenska boca ..... 11—23

Munjovod. — Benjamin Franklin. — Pokus u Marlyu. — Reichmannova smrt. — Romasovi pokusi. — Odkuda munja? — Kakav mora biti munjovod. ..... 24—37

Munjevna struja. — Galvani — Volta. — Galvanski članak. — Učinci struje, kemički, fizički. — Munjo-magneti, magnetomunjina. ..... 38—51

Brzojav. — Vatra kao brzojav kod starih naroda. — Chappeov optički brzojav. — Munjevni brzojavi: prvi pokušaji, Morseov brzojav, brzojav s magnetičkom iglom, brzojav s kazalom. — Podmorsko brzojavljanje. ..... 52—75

Telefon. — Reiss. — Graham Bell. — Gower. ..... 76—85

Mikrofon. — Edison — Hughes ..... 86—90

Galvanoplastika i galvaničko posrebrivanje i pozlaćivanje. — Munjina razstavlja kemičke spojeve, medju koje spadaju i soli — Jakobi, izumitelj galvanoplastike. — Galvansko pobakrivanje, posrebrivanje i pozlaćivanje. ..... 91—100

Zrakoplovi. — Izumiće zrakoplova. — Montgolfier. — Charles. — Prvi putnici: marquis d' Arlande i Pilâtre de Rozièr. — Putovanje Charlesa i Roberta. — Blanchardova plovitba preko Pas de Calaisa. — Smrt Pilâtre de Rozièra. — Zrakoplov »Le Geánt«. — Ballon captiv. — Poraba zrakoplova u ratu, osobito kod obsjedanja Pariza god. 1870—1871. — Čudnovati put zrakoplova »La ville d' Orleans«. — Poraba zrakoplova u znanstvene svrhe: Biot i Gay-Lussac, Glaisher.

Strana

— Smrt zrakoplovaca Crocé-Spinellia i Sivela. — Tumačenje zrakoplova. — Padobran ..... 101—126

Razsvjeta. — Povjestnički pregled. — Plamen. — Svieće: lojnica i stearinska — Razsvjeta uljem, petrolejom. — Razsvjetni plin. — Munjevna razsvjeta. ..... 127—159

Ura. — Ure kod starih naroda. — Povjestnički razvoj modernih ura. — Ure sa utegom. — Ure sa perom. — Ure cilindrice. — Ure sidrice ..... 160—173

Parostroj. — Pogled u tvornicu. — Vodena para i njezina sila. — Newcomenov parostroj. — Watt i njegov parostroj. — Parostroj sa kondensatorom ili parostroj sa nizkim tlakom. — Parostroj bez kondensatora ili parostroj sa visokim tlakom. — Woolf. — Parostroj sa ekspansijom. — Dodatak: Strojevi tjerani ugrijanim zrakom i strojevi tjerani praskavim plinom. 174—197

Željeznica. — Važnost željeznica. — Prvi pokusi: Cugnot, Evans, Trevithick i Vivian. — Tračnice. — Povjestnički pregled razvitka tračnica. — Stephenson i Marc Séguin — Željeznica Manchester-Liverpool. — Ustroj lokomotive. — Tender. — Gradnja željezničke pruge. — Tuneli. — Prosjeci. — Mostovi i viadukti. — Uredjenje željezničke pruge. — Signali. — Kolodvori. — Statistika ..... 198—234

Parobrod. — Denis Papin. — Robert Fulton. — Great-Eastern. — Parobrodi na kolesa i na vijak. — Parni stroj i kotao. — Brodovi na reakciju. — Brodovi na amerikanskih riekah. 235—251

Lokomobil. — Povjestnički podatci o lokomobilu. — Opis lokomobila. — Njegova poraba. — Parna kola. ..... 252—260